

TECHNICKÉ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

Katedra textilních materiálů

Studijní program: M3106 Textilní inženýrství

Studijní obor: Textilní materiálové inženýrství

**VLIV GEOMETRICKÝCH PARAMETRŮ NA VÝSLEDNÉ
MECHANICKÉ VLASTNOSTI PŘÍZÍ**

**THE INFLUENCE OF GEOMETRIC PARAMETERS ON
FINAL MECHANICAL PROPERTIES OF YARNS**

Hana Otmarová

584

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslava Maršálková, Ph.D.

Počet stran textu: 84

Počet obrázků: 18

Počet tabulek: 25

Počet grafů: 30

Počet stran příloh: 1

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum 28. 5. 2011

Podpis

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala své vedoucí práce Ing. Miroslava Maršálkové, Ph.D za cenné rady při řešení této práce a odborné vedení, dále firmě MEHLER ENGINEERED PRODUCTS s.r.o. za poskytnuté podklady a materiál k testování a v neposlední řadě mé rodině za podporu.

Anotace:

Cílem této práce bylo vytvořit přehled různých způsobů dopřádání přízí. Popsat různé druhy konstrukcí přízí a definovat základní geometrické parametry přízí (průměr, jemnost, počet zákrutů a úhel stoupání šroubovice zákrutu). U série jednoduchých přízí (bavlněná příze, polyamid 6.6, polyesterový a polypropylenový multifil, Twaron) byly experimentálně ověřeny mechanické vlastnosti, s podklady dodanými firmou MEHLER ENGINEERED PRODUCTS s.r.o. Dále byl zjišťován vliv změny počtu zákrutů na mechanické vlastnosti přízí, pevnosti a tažnosti. Naměřená data byla vyhodnocena a graficky znázorněna.

Annotation:

The aim of this work was to provide an overview of various ways of spinning of yarns. In addition to this the thesis aims to describe different kinds of constructions of yarns and to define basic geometric parameters of yarns (diameter, fineness, number of twists and spiral angle of twist). Mechanical properties were experimentally verified in a set of simple yarns (cotton yarn, polyamid 6.6, polyester and polypropylen multifil, Twaron), with documents supplied by MEHLER ENGINEERED PRODUCTS company. Further an influence of change in number of twists on mechanical properties of yarns, strength and elongation, was detected. The measured data were analyzed and diagrammed.

Klíčová slova: konstrukce přízí, dopřádání, geometrické parametry přízí, mechanické vlastnosti přízí, zákrut, pevnost, úhel stoupání šroubovice zákrutu, délková hmotnost, tahová pracovní křivka.

Key words: yarns structure, spinning, geometric parameters of yarns, mechanical properties of yarns, twist, strength, spiral angle of twist, fineness, tension operating curve.

Obsah

Úvod.....	10
1 Konstrukce příze	11
2 Způsoby dopřádání příze	12
2.1 Klasický způsob dopřádání	13
2.1.1 Prstencový dopřádací stroj.....	13
2.1.2 Křídlový dopřádací stroj	16
2.1.3 Kompaktní předení	17
2.2 Nekonenční způsob dopřádání	18
2.2.1 Rotorový dopřádací stroj	18
2.2.2 Frikční dopřádání	23
2.2.3 Tryskové dopřádání	24
2.2.4 Předeno – skací systémy	26
3 Geometrické parametry příze.....	29
4 Experimentální část.....	33
4.1 Jemnost přízí	33
4.2 Zákrut přízí.....	34
4.3 Tahové vlastnosti přízí	35
4.4 Vztah pevnosti a zákrutu příze	37
4.5 Závislost počátečního modulu multifilu na počtu zákrutů	39
4.6 Úhel stoupání šroubovice vláken v přízi	40
4.7 Průměr přízí.....	43
5 Výsledky měření a hodnocení.....	44
5.1 Výsledky jemnosti přízí	44
5.2 Výsledky zákrutu přízí	44
5.3 Výsledky tahových vlastností přízí	45

5.4	Výsledky vztahu mezi pevností a zákrutem přízí	48
5.5	Výsledky závislosti počátečního modulu multifilu na počtu zákrutů	56
5.6	Výsledky úhlů stoupání šroubovice vláken v přízi	61
5.7	Výsledky průměru přízí.....	71
6	Závěr	77
	Seznam obrázků a tabulek	79
	Literatura.....	82
	I Příloha.....	85

Seznam použitých symbolů

a	..... Phrixův zákrutový koeficient [$\text{m}^{-1} \text{ktex}^{2/3}$]
A_{max}	..... tažnost při maximální dosažené síle [%]
ba	..... bavna
č.	..... číslo
d	..... průměr vlákna [mm]
d_e	..... ekvivalentní průřez vlákna [mm]
D_s	..... substanční průměr příze [mm]
E	..... počáteční modul pružnosti [MPa]
F_{max}	..... maximální dosažená síla [N]
F_r	..... relativní síla [N/tex]
K	..... intenzita zákrutu [-]
l_p	..... délka úseku příze [km]
max	..... maximum
min	..... minimum
m_p	..... hmotnost úseku příze [g]
obr.	..... obrázek
PAD 6.6	..... polyamid šest šest
PES	..... polyester
POP	..... polypropylene
r	..... poloměr příze [mm]
s	..... řezná plocha vlákna [mm^2]

s	..... směrodatná odchylka
S	..... substanční plocha průřezu příze [mm ²]
t	..... jemnost vláken [tex]
T	..... jemnost příze [tex]
tg	..... tangens
tzv.	..... tak zvaný
v	..... variační koeficient [%]
viz.	..... lze vidět
Z	..... zákrut příze [m ⁻¹]
95 % IS	..... devadesátipětí procentní interval spolehlivosti
α	..... Koechlinův zákrutový koeficient [m ⁻¹ ktex ^{1/2}]
β	..... úhel stoupání šroubovice obecného vlákna v přízi [rad]
β_D	..... úhel stoupání šroubovice povrchového vlákna příze [°]
ε	..... deformace [%]
μ	..... zaplnění příze [-]
ρ	..... měrná hmotnost [kg/m ³]
σ	..... napětí [MPa]
τ	..... poměrná jemnost příze [-]

Úvod

Tato práce se zabývá vlivem geometrických parametrů na výsledné mechanické vlastnosti přízí. Práce je členěna do dvou hlavních částí a to na rešeršní část a experimentální část.

Rešeršní část se zabývá nejprve konstrukcí přízí, kde jsou jednoduše popsány různé druhy konstrukce příze. Největší část je věnována způsobům dopřádání. Tato kapitola se zaměřuje na zpevnění vlákenného materiálu v procesu předení, udělením trvalého zákrutu, a tedy vznikem příze. Další kapitola se zabývá geometrickými parametry přízí, jako je průměr, jemnost, počet zákrutů a úhel stoupání šroubovice vláken příze.

V experimentální části byla testována série jednoduchých přízí dodaných firmou MEHLER ENGINEERED PRODUCTS. Jedná se o pět druhů textilních materiálů, kterými jsou bavlněná příze, polyamid 6.6, polyesterový multifil, polypropylenový multifil a Twaron. Nejprve byly zjišťovány jejich základní parametry, tedy jejich jemnost, počet zákrutů a mechanické vlastnosti. Výsledky těchto měření byly porovnány s dodanými firemními podklady. Dále se experimentální část zabývá vlivem počtu zákrutů dodaných přízi na změnu její pevnosti, sklonu úhlu stoupání šroubovice zákrutu a změnu průměru přízí.

Výsledky jednotlivých experimentů jsou zpracovány ve formě tabulek a grafického znázornění.

1 Konstrukce příze

Konstrukce příze závisí na použitém materiálu, z kterého je příze zhotovena, na technologickém procesu výroby a předurčuje účel použití příze.

Podle použitého materiálu rozlišujeme příze z přírodních vláken nebo chemických vláken. Dále podle délky vláken rozlišujeme příze vyrobené z vláken staplových, nekonečných nebo z vláken vyrobených konvertorovou technologií. [13]

Podle stavby dělíme příze na přízi jednoduchou, která vzniká z krátkých spradatelných vláken a její soudržnost je zajištěna zákrutem při procesu předení. Při rozkroucení této příze dochází k rozpadu příze na jednotlivá vlákna. [12]

Příze družená vzniká spojením dvou a více jednoduchých přízí bez zákrutu. Tento typ příze se nejčastěji používá jako předloha pro přízi skanou. [2]

Příze skaná je tvořena spojením dvou přízí jednoduchých zpevněných zákrutem. Pokud se pro tvorbu skané příze použije větší počet jednoduchých přízí, jedná se o přízi vícenásobně skanou.

Dalším typem příze je příze jádrová, která se skládá ze dvou částí a to jádra a obalu. Jádro příze je tvořeno multifilem, který je opředen staplovými vlákny tvořícími obal příze. [11]

Příze objemovaná je tvořena ze směsi vlákenného materiálu o různé srážlivosti. Vysrážením jedné složky vláken vzniká efekt objemnosti. [12]

Multifilová příze je tvořena svazkem syntetických nekonečných vláken (fibril), pokud je tato příze tvořena pouze jedním vláknem, nazývá se monofil a pokud je příze tvořena přírodními vlákny, jedná se o hedvábí. [2]

2 Způsoby dopřádání příze

Dopřádání je proces, při němž je délkový vlákenný útvar (přást nebo pramen) ještě více zjemňován (protažen), zpevňován pomocí trvalého zákrutu a navíjen na přízové těleso vhodného tvaru. Účelem dopřádání je tedy vyrobit přízi.

Trvalý zákrut je tvořen zakrucováním vláken v jednom směru kolem podélné osy vlákenného útvaru a definujeme ho, jako počet celých otáček na délku 1 m.

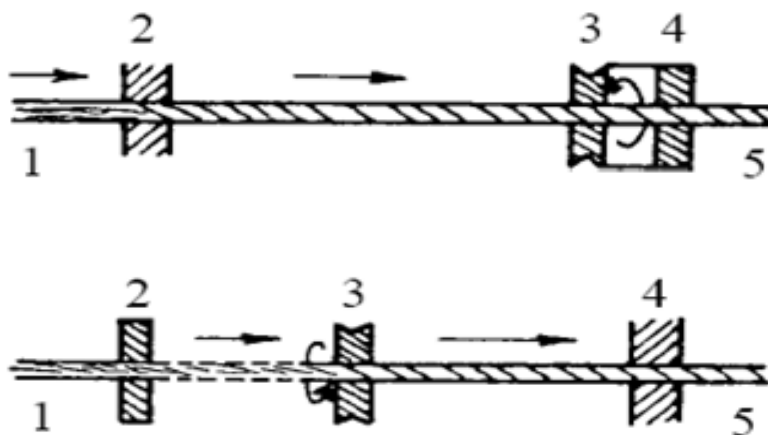
Pomocí zákrutu se docílí největšího zpevnění vlákenného útvaru.

Trvalý zákrut rozlišujeme z hlediska směru tvorby zákrutu na pravý (Z) a levý (S).

Trvalý zákrut vzniká:

- rotací vlastního zákrutového orgánu 3 kolem podélné osy vlákenného útvaru 1 spojeného s odváděcím ústrojím 4 nebo
- jsou mezi podávacím orgánem 2 a zákrutovým orgánem 3 přerušeny mezivlákně kontakty (předení s volným koncem). Příze 5 je dále odváděna odváděcím ústrojím 4. [1]

Tyto principy tvorby zákrutu jsou znázorněny na obr. 2.1.



Obr. 2.1 Princip vzniku trvalého zákrutu. [2]

Dopřádání přízí lze dělit na dva hlavní způsoby dopřádání a to na klasický způsob dopřádání a na nekonvenční způsob dopřádání.

Pro klasický způsob dopřádání se používá prstencový dopřádací stroj, křídlový dopřádací stroj, princip kompaktního předení. Pro nekonvenční způsob dopřádání se používá rotorový dopřádací stroj, bezvřetenový dopřádací stroj Dref, tryskové dopřádání, frikční dopřádání, systém s předením střídavého zákrutu REPCO a další způsoby dopřádání. [3]

2.1 Klasický způsob dopřádání

Klasický způsob dopřádání funguje na principu tvorby příze bez přerušení vazby, což znamená, že nedochází k přerušení toku vláknenného materiálu mezi podávacím ústrojím a ústrojím pro tvorku zákrutu. [1]

2.1.1 Prstencový dopřádací stroj

Prstencové dopřádací stroje patří k nejpoužívanějším dopřádacím zařízením pro výrobu přízí. Dopřádají se na nich bavlnářské příze, vlnářské příze mykané, poločesané nebo česané, příze z chemických vláken, směsové a lnářské příze klasickým dopřádacím způsobem, při kterém nedochází k přerušení vazby mezi zákrutovým orgánem a odváděcím ústrojím. [1]

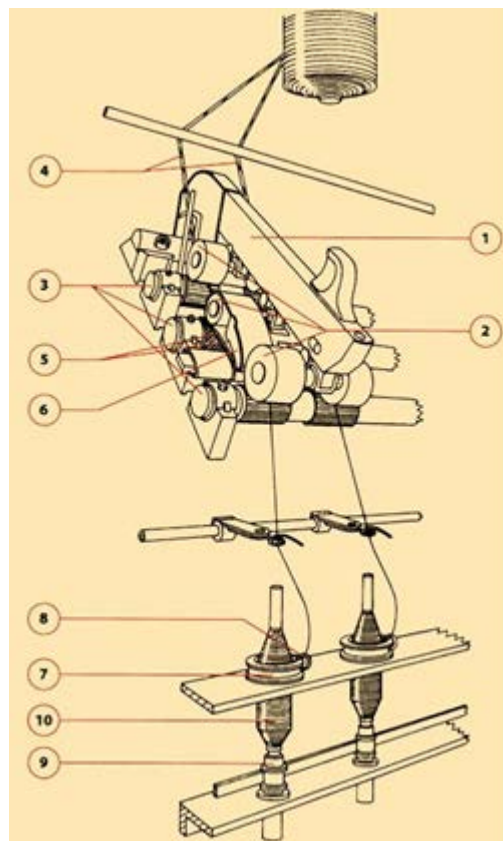
Účelem prstencového dopřádacího stroje je zjemnit předlohu (přást) průtahem, dále zjemněný materiál zpevnit zákrutem a výslednou přízi navinout na potáč.

Hlavními částmi prstencového dopřádacího stroje jsou cívečnice, průtahové ústrojí, zakrucovací a navíjecí ústrojí, zdvižné ústrojí.

Na obr. 2.2 je znázorněné schéma prstencového dopřádacího stroje, který se skládá z průtahového ústrojí, kde je přást protažen. Dále je vznikající příze vedena vodícím očkem do běžce, který obíhá po prstenci umístěném v prstencové lavici. Příze

je navíjena na cívku nasazenou na rotujícím vřetenu umístěném ve vřetenové lavici. Pohon vřetene je zajištěn hnacím páskem. [9]

- 1 přítlačný rám
- 2, 3 horní a spodní válečky
- 4 přást
- 5 řemínky
- 6 zástěra
- 7 prstenec
- 8 běžec
- 9 vřeteno
- 10 potáč s návinem



Obr. 2.2 Schéma prstencového dopřádacího stroje. [23]

Cívečnice

Cívečnice se skládá ze soustavy tyčí a nosníků a slouží k umístění přástových cívek ve svislé nebo vodorovné poloze v horní části stroje. [9] Cívky jsou volně otočné v cívečnici, což umožňuje odtahování přástu do průtahového ústrojí. [14]

Průtahové ústrojí

Průtahové ústrojí slouží k napřímení a urovnání vláken do rovnoběžné polohy a k zjemnění přástu z přástové cívky. K zjemnění přástu dochází díky rozdílným obvodovým rychlostem válců průtahového ústrojí.

Průtahová ústrojí se skládají ze soustavy přítlačných válců a řemínků, mezi kterými je veden přást. Řemínky slouží k vedení vláken do blízkosti svěru odváděcích válců. Vzdálenost válců průtahového ústrojí závisí na délce vláken a hodnota zjemnění přástu závisí na obvodových rychlostech válců. Pro různé textilní materiály a výrobní technologie se používají různá průtahová ústrojí. [9]

Pro bavlnářskou technologii dopřádání a chemická staplová vlákna se v současné době používá tři válečkové dvouřemínkové průtahové ústrojí s nestejnou délkou řemínků. [6]

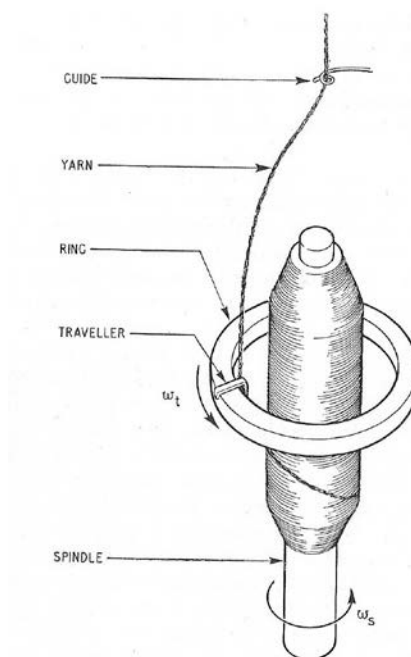
Pro mykanou vlnářskou technologii se používá průtahové ústrojí s krutnou trubkou, které má zestejnoměňující účinek. [7] Dále se pro tuto technologii používá průtahové ústrojí s ojhleným válečkem nebo průtahové ústrojí se zkrotnou spirálou, která dodává přástu nepravý zákrut.

Pro vlnářskou česanou technologii se používají tři válečková průtahová ústrojí s dvěma řemínky nebo kontrolními válečky. [9]

Zakrucovací a navíjecí ústrojí

Trvalý zákrut protaženého přástu je na prstencovém dopřádacím stroji zajišťován vzájemnou spoluprací vřetene, prstence a běžce. [5] Běžec se po prstenci pohybuje díky otáčení vřetene prostřednictvím tahu navíjené příze, která je provlečena vodícím očkem a rotuje společně s běžcem. Příze se navíjí na dutinku potáče, která je nasazena na dříku vřetene. Příze je navíjena díky zpoždění běžce za vřetenem prostřednictvím třecích sil působících mezi běžcem a prstencem. Správné navíjení příze na potáč je zajištěno posuvným pohybem prstencové lavice směrem nahoru a dolu společně s prstencem. Zařízení je dále opatřeno omezovačem balónu u každé dopřádací jednotky, aby nedošlo ke styku sousedních balónů.

Zakrucování a navíjení příze u prstencového dopřádacího stroje probíhá současně a princip tvorby zákrutu a navíjení příze je znázorněn na obr. 2.3. [9]



Obr. 2.3 Zakrucovací a navíjecí ústrojí prstencového dopřádacího stroje. [8]

Počet otáček běžce není roven otáčkám vřetene, protože se průměr potáče mění v průběhu navíjení příze. Při jedné otáčce běžce vznikne 1 zákrut. [1]

Prstencové dopřádací stroje jsou dále opatřeny odsávacím zařízením, které je umístěno pod odváděcím válcem průtahového ústrojí a slouží pro odstranění konců protaženého pramínku vláken při přetrhu toku materiálu. [6] Dále se na prstencovém stroji nachází ofukovací zařízení, pro odstranění prachu, úletů vláken a udržení čistoty zařízení.

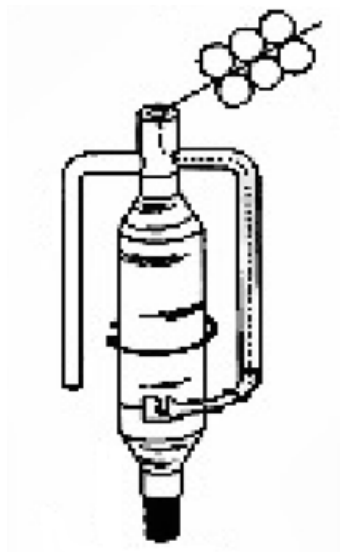
U prstencových dopřádacích strojů je dále snaha o maximální automatizaci zařízení, proto je stroj opatřen automatickým podvíváním, automatickou výměnou potáčů a následným automatickým nasazením dutinek potáčů. [5]

2.1.2 Křídlový dopřádací stroj

Dopřádání na křídlovém dopřádacím stroji se v současné době používá jen zřídka. Slouží pro dopřádání přízí s větší délkovou hmotností a s malým počtem zákrutů. [5]

U křídlového dopřádacího stroje vzniká pravý zákrut otáčením křídla. Vznikající zákruty se šíří až ke stisku odváděcích válců průtahového ústrojí a zpevňují zjemněnou vláknennou stužku. Poté je příze vedena dutým ramenem křídla a rovnoměrně navíjena na cívku. [1]

Schéma zakrucování a navíjení příze je znázorněno na obr. 2.4.



Obr. 2.4 Detail křídla a schéma zakrucovacího a navíjecího ústrojí. [22]

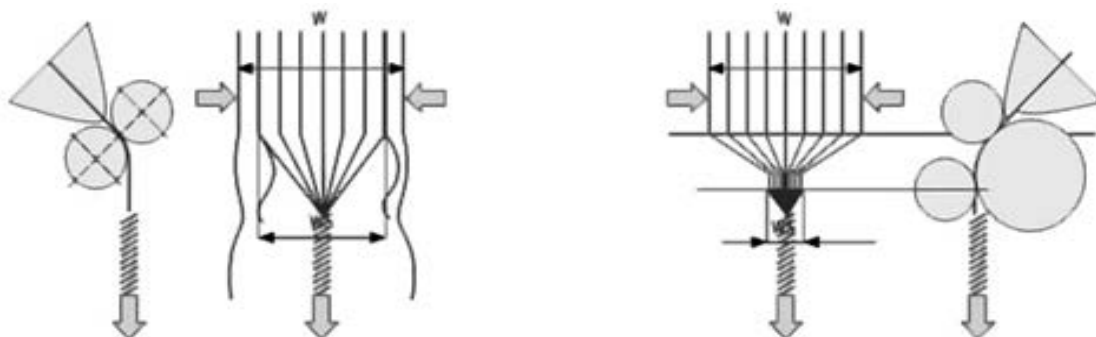
Křídlové stroje se v současné době uplatňují spíše v operaci předpřádání pro výrobu předlohy (přástu) pro operaci dopřádání.

2.1.3 Kompaktní předení

Kompaktní předení představuje dopřádání na prstencovém dopřádacím stroji, který má upravené průtahové ústrojí. Na konci průtahového ústrojí se nachází zhušťovací zóna. [9]

Ve zhušťovací zóně jsou vlákna paralelně urovňována a přimknuta k sobě vlivem podtlaku vyvozeného od profilované trubice s rozšiřující se šterbinou. Tím dojde

k minimalizaci spřádacího trojúhelníku, který vzniká u klasického prstencového dopřádání. Tento rozdíl je vidět na obr. 2.5. [18]



Obr. 2.5 Rozdíl mezi prstencovým (vlevo) a kompaktním (vpravo) dopřádáním. [19]

Vlivem zhuštění vláken se minimalizuje počet „odstávajících“ vláken a dochází k většímu začlenění vláken do těla příze. [20] Kompaktní příze jsou velmi hladké a pevné. V porovnání s klasickou prstencovou přízí mají menší chlupatost, vyšší stejnoměrnost, odolnost v oděru, pevnost a tažnost. [19]

2.2 Nekonenční způsob dopřádání

Pro nekonvenční způsob dopřádání je typickým znakem oddělení procesu zakrucování a navíjení a zajištění podmínek rotace volného konce příze. Tento způsobu dopřádání se také může nazývat předení s volným koncem. [1]

2.2.1 Rotorový dopřádací stroj

Rotorový dopřádací stroj je představitelem bezvřetenového předení s volným koncem. Používá se pro dopřádání přízí ve zkrácené technologii předení, kdy se příze vypřádá přímo z pramene a nedochází k operaci předpřádání. [1] Dalším rysem tohoto stroje je, že předkládaný pramen je umístěn ve spodní části stroje a vlákenný materiál tedy

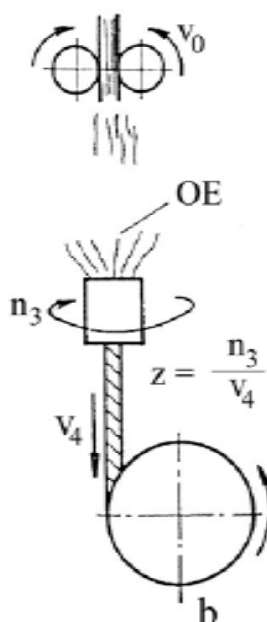
postupuje od spodu směrem nahoru, kde se výsledná příze navíjí na cívku s křížovým vinutím. [6]

Tento způsob dopřádání se uplatňuje při zpracování bavlněných, viskóзовých, chemických a vlněných vláken. [5] Rotorová příze je charakterizovaná ovinky na povrchu příze, které jsou tvořeny jedním nebo několika vlákny umístěnými těsně vedle sebe a ovíjejícími přízi kolmo k její ose a tím částečně přízi stahují. [21] Dále má tato příze v porovnání s klasicky dopředenou přízí nižší hmotnou stejnoměrnost, vyšší objemnost, drsnější omak a vyšší odolnost v oděru. [7]

Principem předení s volným koncem je přerušení souvislého toku vláknenného materiálu mezi operací podávání a zakrucování. Tím je zajištěna tzv. rotace volného konce příze, při níž je přízi udělen pravý zákrut. [5]

Výhodou rotorového dopřádacího stroje je, že má několikanásobně větší výrobnost oproti prstencovým dopřádacím strojům a vypředené příze jsou navinuty na válcové cívky s křížovým vinutím, čímž odpadá operace soukání. [7]

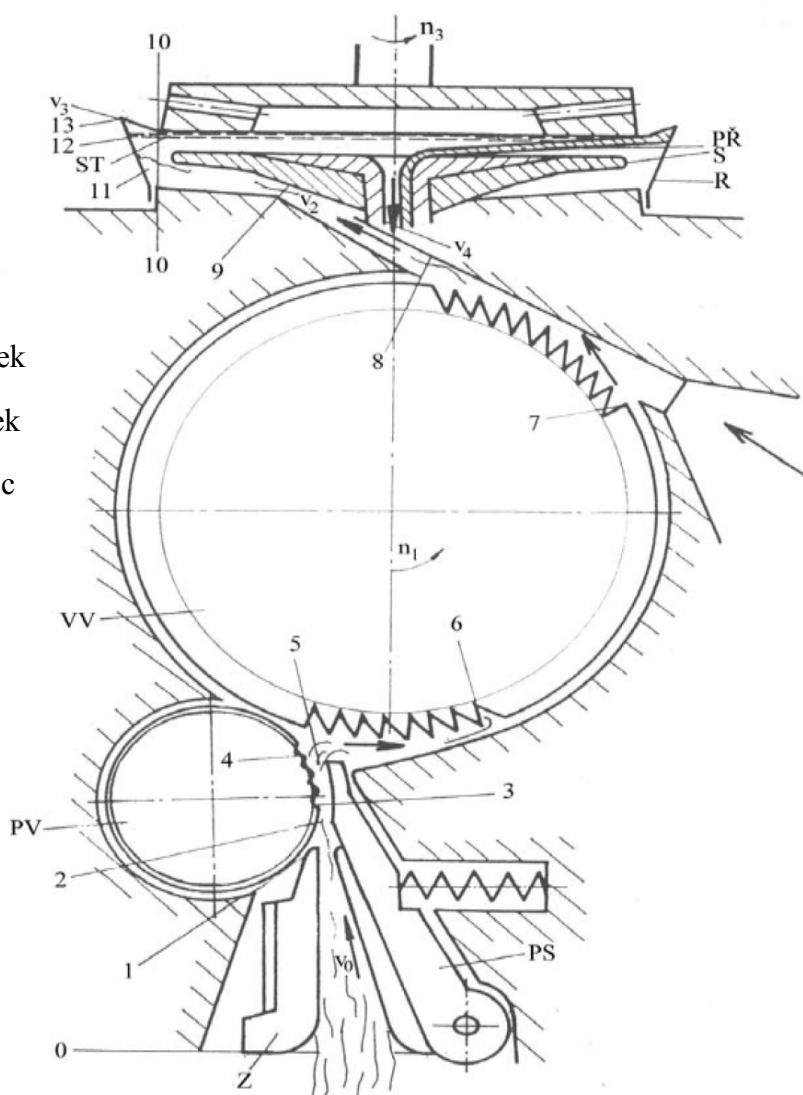
Princip rotorového dopřádání je znázorněn na obr. 2.6.



Obr. 2.6 Schéma rotorového dopřádání. [9]

Sprádací jednotka

Z	zhušťovač
PS	přítlačný stoleček
PV	podávací váleček
VV	vyčesávací válec
R	rotor
S	separátor
ST	stužka
PŘ	příze



20

Ojednocovací ústrojí má za úkol rozvolnit předkládaný pramen na jednotlivá vlákna nebo na malé skupinky vláken, které jsou poté rovnoměrně předkládány spřádacímu rotoru. [9]

Ojednocovací ústrojí se skládá z několika oblastí a to z oblasti podávání, oblasti vyčesávání, oblasti dopravy vyčesávacím válcem, oblasti snímání z vyčesávacího válce a z oblasti dopravy vláken proudem vzduchu.

Oblast podávání se nachází mezi body 0-4 obr. 2.7. V této oblasti je předkládanému prameni přetvořen původní kruhový průřez do obdélníkového tvaru s šířkou přibližně shodnou s šíří povlaku vyčesávacího válečku. Pro správné přivádění vlákenného materiálu musí být dodržena stejnomořná rychlost podávání. [1]

V oblasti vyčesávání, mezi body 5-6 obr. 2.7, dochází k uvolňování jednotlivých vláken nebo malých skupin vláken z třásně pramene pomocí celokovového povlaku vyčesávacího válečku.

V oblasti dopravy jsou uvolněná vlákna unášena povlakem vyčesávacího válce. Dále se zde vlákna připravují na snímání. Tato oblast se nachází mezi body 6-7 obr. 2.7. [9]

Vlákna jsou snímána z vyčesávacího válce v oblasti snímání mezi body 7-8 obr. 2.7. Seřmutí vláken se docílí působením odstředivých sil, proudem vzduchu ve vzduchovém kanálu a také za pomoci oddělovacího nože umístěného na konci snímací zóny. Všechna vlákna nejsou snímána současně, ale v různých místech snímací zóny.

Oblast dopravy vláken proudem vzduchu, mezi body 8-10 obr. 2.7, má za úkol dopravit vlákna vzduchovým kanálem ke skluzové stěně rotoru. Ve vzduchovém kanálu se vlákna ještě více ojednotí díky přídavnému ojednocení.

Zákrutové ústrojí je tvořeno rotorem, v kterém se tvoří vlákenná stužka a skládá se z několika oblastí, kterými jsou oblast přechodu vlákna na skluzovou stěnu, oblast skluzu vláken, oblast sběrného povrchu a oblast tvorby příze. [1]

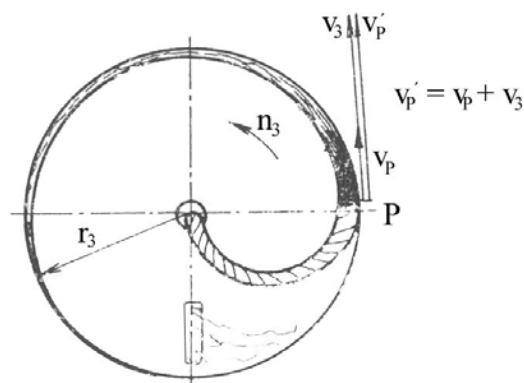
V oblasti přechodu vlákna na skluzovou stěnu, mezi body 10-11 obr. 2.7, dopadají vlákna ze vzduchového kanálu na skluzovou stěnu rotoru, kde se jednotlivá vlákna vlivem odstředivé síly zachytí a vytvoří vlákennou vrstvu. [5] Vlákna jsou usměrňována separátorem tak, aby nedocházelo k narušování samotné tvorby příze

dopadajícími vlákny, proto je důležité, aby oblast dopadu vláken na skluzovou stěnu byla dostatečně vzdálena od sběrného povrchu. Dále je v této zóně velmi důležitý průtah dopadajících vláken, aby se vlákna ukládala pokud možno v napřímeném stavu.

Oblast skluzu vláken se nachází na skluzové stěně spřádacího rotoru mezi body 11-12 obr. 2.7. Vlákná sklouznou na sběrný povrch rotoru díky odstředivé síle.

V oblasti sběrného povrchu, mezi body 12-13 obr. 2.7, dochází ke tvorbě stužky vláken vznikající cyklickým družením. V bodě P na obr. 2.8 se stužka svinuje a vytváří se z ní příze. Příze vzniká nabalováním svinuté stužky na tzv. volný konec příze. [1]

- n_3 frekvence otáčení rotoru [min^{-1}]
- v_p relativní rychlost snímání stužky vláken ze sběrného povrchu
- v_3 rychlost sběrného povrchu
- v'_p absolutní rychlost pohybu sběrného bodu P
- r_3 poloměr sběrného povrchu



Obr. 2.8 Stužka vláken na sběrném povrchu. [9]

Odtah a navíjení příze

Účelem je zajistit odtah příze ze spřádací jednotky a navinout přízi na válcovou cívku křížového vinutí. Odtahové a navíjecí ústrojí se skládá z odtahových válců, přítlačných pryžových válečků a navíjecích válců s rozvaděči příze. [9]

Rotorové dopřádací stroje jsou dále opatřeny automatickým čištěním rotorů, automatickým odstraňováním přetrhů, automatickou výměnou plných návinů a nasazením prázdných dutinek. [5]

2.2.2 Frikční dopřádání

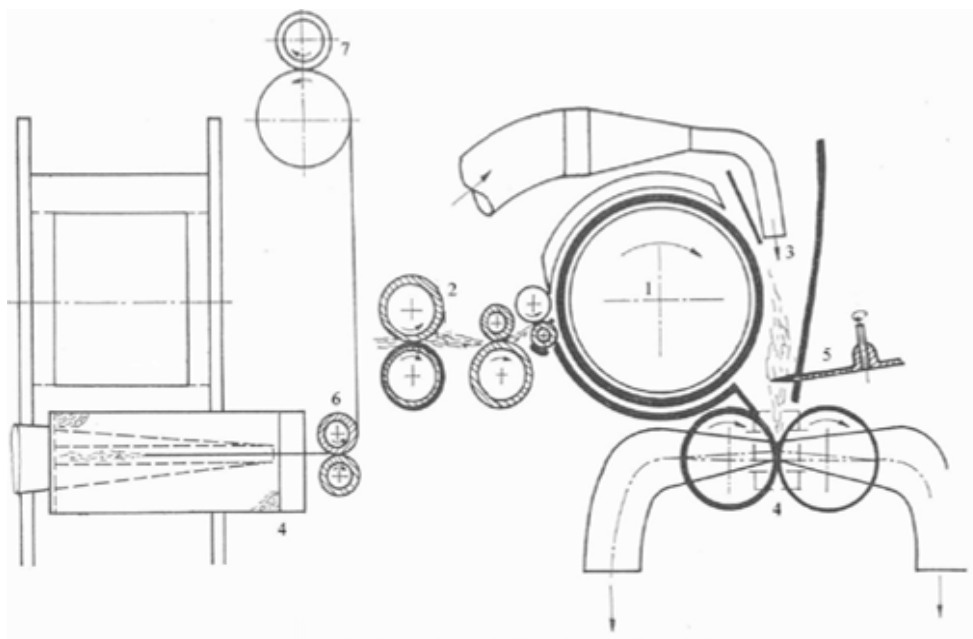
Jedná se o předení s volným koncem. Pro tento způsob dopřádání se používají frikční mechanicko-aerodynamické stroje Dref. Tyto systémy se používají pro vypřádání hrubých a středních délkových hmotností přízí z vlny, bavlny, chemických vláken a jejich směsí. Dají se vyrábět jak hladké příze, tak i příze efektní nebo jádrové. Hlavním rysem příze je její nezvyklá struktura, která je tvořena velmi pevným jádrem kolem kterého se ovíjí vlákna. Okrajové vrstvy příze mají nižší zákrut. [1] Dále mají příze vyrobené pomocí frikčního dopřádání velmi dobrou hmotnostní stejnoměrnost, relativně nízkou pevnost a jemný omak. [6]

Dref 2

Dopřádací stroj Dref 2 se používá pro výrobu hrubých přízí z prakticky všech druhů textilních vláken. [7]

Do spřádací jednotky stroje je podávacím systémem 2 přiveden mykaný pramen, který je vyčesávacím válcem 1 rozvolněn. Jednotlivá vlákna jsou pak unášena proudem vzduchu 3. Pomocí paralelizačního kotouče 5 jsou vlákna usměrňována do podélného směru a dopadají do klínovitého prostoru mezi dvěma perforovanými spřádacími bubny 4. Bubny se otáčejí stejným směrem a na jejich povrchu se vlákenný materiál zakrucuje frikčním, mechanickým způsobem, který je ještě navíc podpořen odsáváním vzduchu přes perforované bubny. Vzniklá příze se odvádí odváděcími válečky 6 a navíjí se na cívku s křížovým vinutím 7. [1]

Schéma dopřádacího stroje Dref 2 je znázorněno na obr. 2.9.



Obr. 2.9 Schéma dopřádacího stroje Dref 2. [9]

Dref 3

Dopřádací stroj Dref 3 se používá k výrobě dvoukomponentních, jádrových a efektních přízí.

Rozdíl mezi strojem Dref 2 a Dref 3 spočívá v tom, že do dopřádacího systému Dref 3 je přiváděn pramen vláken, zjemněný průtahovým ústrojím, v osovém směru frikčních bubnů a zároveň jsou do tohoto klínového prostoru přiváděna ojednocená vlákna kolmo k osám frikčních bubnů, jak tomu je u stroje Dref 2. Jejich zjemnění a ojednocení bylo zajištěno průtahovým a ojednocovacím ústrojím. Tato složka vlákněného útvaru tvoří obalovou vrstvu příze s pravým zákrutem. Složce podávané v osovém směru je udělen mezi svěry frikčních bubnů nepravý zákrut a tudíž jádro je bez zákrutu. [1]

2.2.3 Tryskové dopřádání

Tryskové dopřádání funguje na principu předení s částečným volným koncem, kdy trvalý zákrut je vložen obalové vrstvě a jádro příze má uděleno nepravý zákrut. [9]

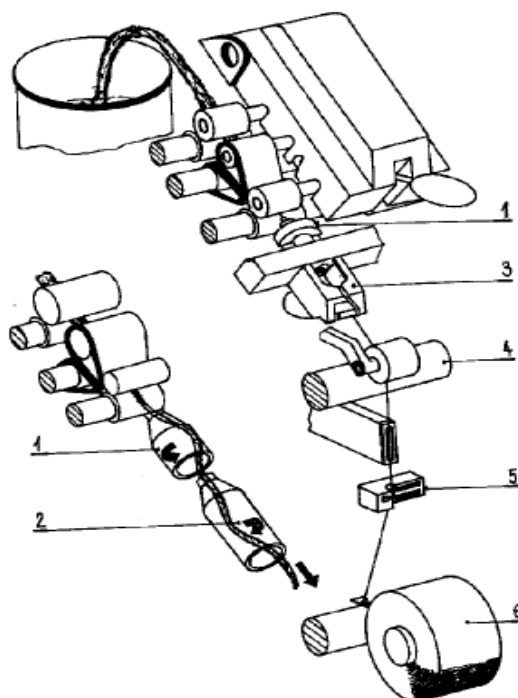
Tento způsob dopřádání se používá pro výrobu jemných přízí bavlnářského typu a směsových přízí bavlny s polyesterem.

Do spřádací jednotky vstupuje pramen z posukovacího stroje, který je zjemňován vysokoprůtahovým ústrojím 1. [6] Poté vstupuje zjemněný svazek vláken do první vzduchové spřádací trysky 2, kde dochází pomocí stlačeného vzduchu k přikrucování pramínku vláken na válcové stěně trysky a k rotaci pramínku kolem své osy. Tímto se pramínku uděluje zákrut a uvolňují se povrchová vlákna. V druhé spřádací trysce 3 se proud vzduchu pohybuje opačným směrem, čímž vzniká v jádru svazku nepravý zákrut a obalovým vláknům se udělí trvalý zákrut.

Takto vyrobené příze mají dobrou absorpci vody, dobrou hmotnou stejnoměrnost, pevnost, nepráší, dobrou prodyšnost, vyšší objemnost, nesmyčkují a jsou vhodné pro tkaní na tryskových strojích. [9]

Tento princip tvorby příze je znázorněn na obr. 2.10.

- | | |
|---|------------------|
| 1 | vzduchová tryska |
| 2 | vzduchový tryska |
| 3 | trysková komora |
| 4 | odváděcí válec |
| 5 | čistič příze |
| 6 | cívka s návinem |



Obr. 2.10 Tryskové dopřádání Murata Jet Spinner. [6]

2.2.4 Předeno – skací systémy

Do této skupiny dopřádacích strojů patří prstencový předeno-skací princip, technologie s aplikací dutého vřetene, technologie s aplikací střídavého zákrutu a technologie s aplikací vzduchové trysky (družená příze).

Prstencový předeno-skací princip – systém Sirospun

Systém Sirospun se používá pro dopřádání jemných česaných přízí. [7] Jedná se o výrobu dvojmo skané příze na prstencovém dopřádacím stroji. Tímto způsobem dopřádání se přímo z přástu vytvoří dvojmo skaná příze.

Výhodou tohoto procesu je, že odpadá družení a skaní jako samostatná operace. [9] Nevýhodou je, že pokud dojde k přetrhu materiálu při dopřádání, znamená to i přetrh při skaní. [7]

Technologie s aplikací dutého vřetene – systém Parafil, Coverspun

Vstupující přást do systému je zjemněn průtahovým ústrojím a dále postupuje do rotujícího dutého vřetene, které nese cívku s hedvábím. Nekonečné vlákno je ovíjeno okolo paralelně uspořádaného svazku vláken díky rychle rotujícímu vřetenu. [9] Takto vyrobená příze je navíjena na válcovou cívku s křížovým vinutím.

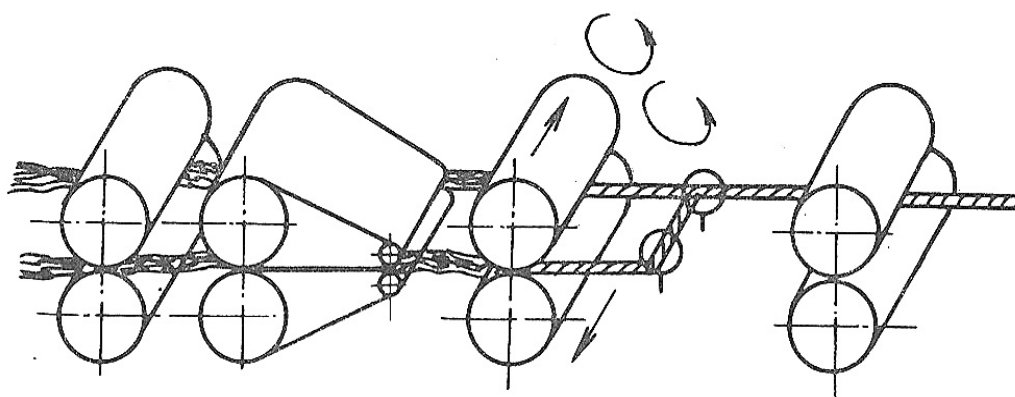
Výsledná příze se skládá z jádra, které je tvořeno paralelně urovnanými staplovými nebo nekonečnými vlákny, okolo kterého je ovinuto nekonečné vlákno. [7]

Technologie s aplikací střídavého zákrutu – systém Repco, Repco Selfil

Jedná se o předeno-skací systém. Příze je tvořena pomocí nepravého zákrutu, dále je pro výrobu příze důležitá pružnost použitého vlákenného materiálu. Touto technologií se spřádají jemná vlněná, chemická vlákna nebo směsi syntetických a vlněných vláken.

Do spřádacího systému vstupují přásty z průtahového ústrojí. Ty jsou vedeny mezi páry zaoblovacích válečků, které zjemněným přástům udělí nepravý zákrut se střídajícím se směrem stoupání šroubovice zákrutu. Za zaoblovacími válečky jsou dva přásty přivedeny k sobě tak, aby mezi přásty vzniklo fázové posunutí z hlediska směru zákrut. Fázového posunutí se docílí pomocí vodičů. Výsledná samoskaná příze vzniká vzájemným zkroucením dvou přástů se střídajícím se zákrutem. [1]

Princip výroby samoskou příze systému Repco je znázorněn na obr. 2.11.



Obr. 2.11 Princip systému Repco. [5]

Dalším představitelem technologie s aplikací střídavého zákrutu je systém Repco Selfil. V tomto případě je místo druhého přástu, který je fázově posunut u předchozího systému, přiváděn bezzákrutový monofil nebo multifil, které se okolo přástu střídavě ovíjí v periodě ve směru Z nebo S. V místě, kde se mění směr zákrutu obtáčeného hedvábí, je nulový zákrut a proto se pro větší pevnost příze přivádí ještě druhé hedvábí, které přízi překrývá v místech nulového zákrutu ve směru Z nebo S. Pro zajištění ovinů druhého hedvábí je zařízení ještě opatřeno vloženým zákrutovým ústrojím. [5]

Princip systému Selfil je znázorněn na obr. 2.12.

1...cívky s hedvábím

2...cívka s návinem

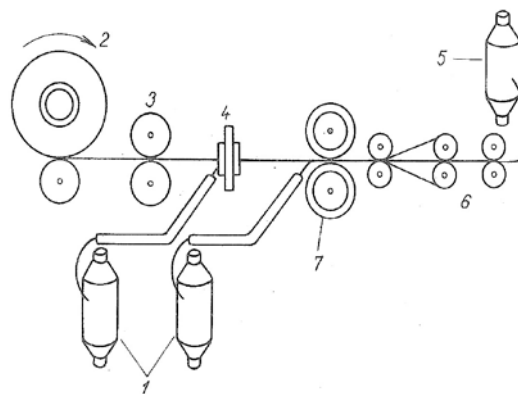
3...napínací kladka

4...zakrucovací ústrojí

5...přástová cívka

6...průtahové ústrojí

7...kmitající válce



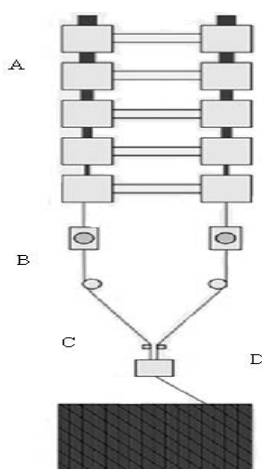
Obr. 2.12 Systém Repco Selfil. [5]

Technologie s aplikací vzduchové trysky (družená příze) – systém Plyfil

Tento spřádací systém je založen na podobném principu jako systém Repco, pouze jsou zaoblovací válečky nahrazeny vzduchovými tryskami. [9]

Do doprředacího systému vstupuje pramen, který je protažen díky průtahovému ústrojí A. Zakrucovací vzduchové trysky B jsou umístěny vedle sebe a za nimi se svazkové příze spojují v místě C do jedné předenoskané příze, která se navíjí na cívku s křížovým vinutím D. [17]

Princip systému Plyfil je znázorněn na obr. 2.13.



Obr. 2.13 Systém Plyfil. [17]

3 Geometrické parametry příze

Hodnoty geometrických parametrů přízí závisí na materiálovém složení a výrobní technologii příze. Mezi základní parametry příze řadíme jemnost příze, zákrut příze a průměr příze. [4]

Jemnost příze T

Jemnost příze neboli délková hmotnost je definována jako hmotnost příze připadající na jednotku délky. Jemnost příze nezávisí pouze na objemu vlákenné hmoty, ale také na měrné hmotnosti neboli hustotě ρ materiálu, ze kterého je příze vyrobena. [4] Jemnost příze T [tex] lze tedy určit pomocí vzorce

$$T = \frac{m_p}{l_p} = \rho S \quad , \quad (1)$$

kde m_p [g] je hmotnost úseku příze, l_p [km] je délka úseku příze, ρ [kg/m³] určuje měrnou hmotnost materiálu a S [mm²] je substanční plocha příze a vyjadřuje součet všech ploch vlákenných řezů v průměru příze. [10]

Substanční průměr příze D_s

Jedná se o průměr příze, při němž jsou vlákna příze stlačena do homogenního válce o substanční ploše průřezu S . Substanční průměr příze D_s [mm] je vyjádřením nejmenšího možného průměru příze, kdy se mezi vlákny tvořící přízi nenachází žádný vzduch. Substanční průměr příze je určen vztahem

$$D_s = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4T}{\pi\rho}} \quad , \quad (2)$$

kde S [mm²] určuje substanční plochu příze, T [tex] je jemnost příze, ρ [kg/m³] určuje měrnou hmotnost materiálu. [10]

Poměrná jemnost příze τ

Poměrná jemnost příze je vyjádřena podílem jemnosti, plochy průřezu nebo průměru příze a vláken. Jedná se tedy o bezrozměrnou veličinu. Nejčastěji se používá pro vyjádření přibližného počtu vláken v průřezu příze.

$$\tau = \frac{T}{t} = \frac{S}{s} = \left(\frac{D_s}{d}\right)^2, \quad (3)$$

kde T [tex] je jemnost příze a t [tex] je jemnost vláken, S [mm²] je substanční plocha příze a s [mm²] je řezná plocha vlákna, D_s [mm] je substanční průměr příze d [mm] je průměr vlákna. [4]

Zaplnění příze μ

Zaplnění příze vyjadřuje poměr mezi objemem vláken ku celkovému objemu vlákenného útvaru nebo poměrem plochy vláken v příčném řezu příze ku celkové ploše příčného řezu. Zaplnění příze může nabývat hodnot (0; 1). [10]

Zaplnění není ve všech místech průřezu příze stejné a směrem k povrchu příze přechází v oblast chlupatosti příze. [4] Průměr příze D je smluvní hodnotou, která vychází z průměru válce, ve kterém se nachází většina vláken. [10] Mezi průměrem příze D a substančním průměrem platí vztah $D > D_s$. Zaplnění příze je bezrozměrnou veličinou a vypočítá se podle vztahu

$$\mu = \frac{D_s^2}{D^2} = \frac{4S}{\pi D^2} = \frac{4T}{\pi D^2 \rho}, \quad (4)$$

kde D_s [mm] představuje substanční průměr příze, D [mm] je průměr příze, S [mm²] je substanční průřez příze, T [tex] je jemnost příze a ρ [kg/m³] je hustota vláken. [4]

Zákrut příze Z

Zákrut příze je definován jako počet ovinů na jednotku délky. Čím je přízi dodáván větší zákrut, tím více se zmenšuje její průměr a zvětšuje se zaplnění příze. Z toho

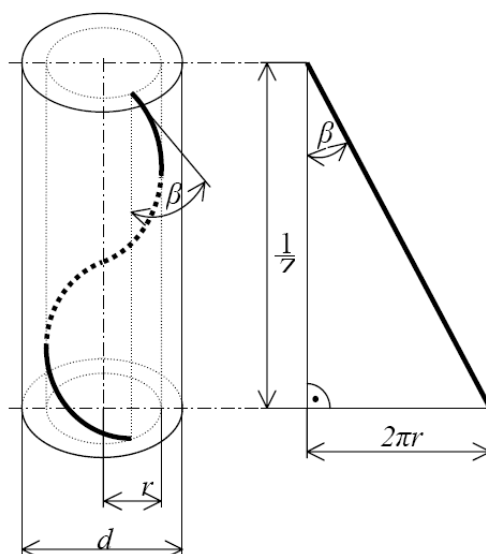
vyplývá, že zákrut souvisí s jemností, průměrem a zaplněním příze. Jemnější příze jsou většinou předeny s vyšším zákrutem.

Pro popis struktury přízí z hlediska uspořádání vláken se často používá šroubovicový model. Šroubovicový model vychází z předpokladů, že příze tvoří válec s kruhovým průřezem D , osy vláken tvoří soustavu souosých šroubovic, vlákna jsou válcová s kruhovým průřezem d_e a plochou průřezu s . Výška stoupání šroubovice je rovna $1/Z$. Mezi úhlem stoupání šroubovice β obecného vlákna a zákrutem Z platí vztah

$$\operatorname{tg} \beta = 2\pi r Z \quad , \quad (5)$$

kde β [rad] je úhel stoupání šroubovice obecného vlákna příze, r [mm] je poloměr příze a Z [m⁻¹] je počet zákrutů.

Šroubovicový model je znázorněn na obr. 3.1.



Obr. 3.1 Šroubovice vlákna na obecném poloměru r . [10]

Intenzita zákrutu K

Intenzita zákrutu K je bezrozměrnou veličinou a je určena tangentou úhlu β_D stoupání šroubovice povrchového vlákna příze podle vztahu

$$K = \operatorname{tg} \beta_D = \pi D Z \quad , \quad (6)$$

kde β_D [rad] je úhel stoupání šroubovice, D [mm] je průměr příze a Z [m⁻¹] je počet zákrutů. [10]

Koechlinův a Phrixův zákrutový koeficient

Tyto koeficienty se používají jako konstanty závislé na materiálu a technologii výroby příze.

Pro Koechlinův zákrutový koeficient α [m⁻¹ ktex^{1/2}] se užívá vztah

$$\alpha = ZT^{1/2} \quad , \quad (7)$$

kde Z [m⁻¹] je počet zákrutů a T [tex] je jemnost příze.

Pro Phrixův zákrutový koeficient a [m⁻¹ ktex^{2/3}] se používá vztah

$$a = ZT^{2/3} = \alpha T^{1/6} \quad , \quad (8)$$

kde Z [m⁻¹] je počet zákrutů, T [tex] je jemnost příze a α [m⁻¹ ktex^{1/2}] je Koechlinův zákrutový koeficient. [10]

4 Experimentální část

Pro experiment bylo použito pět druhů přízí. Jednalo se o čtyři chemické multifily polyester, polypropylen, polyamid 6.6 a Twaron a jednu přírodní jednoduchou bavlněnou přízi.

Všechny zkoušky byly prováděny za podmínek dle normy ČSN EN 800 056 při teplotě 22 ± 2 °C a vlhkosti $65 \pm 2\%$. Všechny vzorky byly klimatizovány po dobu 24 hodin.

4.1 Jemnost přízí

Jemnost přízí se určuje pomocí gravimetrické metody dle normy ČSN 80 0702.

Postup zjišťování jemnosti přízí:

Nejprve se pomocí vijáku přesně odměří 10 metrů příze, která je odvíjena přímo z cívky. Volný konec příze se provleče vodičem, brzdícím zařízením a zachytí se na rameni vijáku. Na přístroji se nastaví požadovaná délka vzorku a spustí se navíjení příze. Ta je navíjena konstantní rychlostí po obvodu křídlanu přístroje a po navinutí požadovaného množství se přístroj zastaví. Odstřihne se příze v místě, na kterém byla příze upevněna na začátku navíjení.

Takto připravený vzorek materiálu se následně zváží na přesných vahách. Tento postup se opakuje pětkrát u každého druhu příze. Pomocí vzorce (1) se vypočte jemnost přízí a statistické parametry v programu Microsoft Excel.

Zjištěné hodnoty průměrných jemností jednotlivých přízí a statistické parametry vypočtené dle [24] jsou uvedeny v tabulce 2.

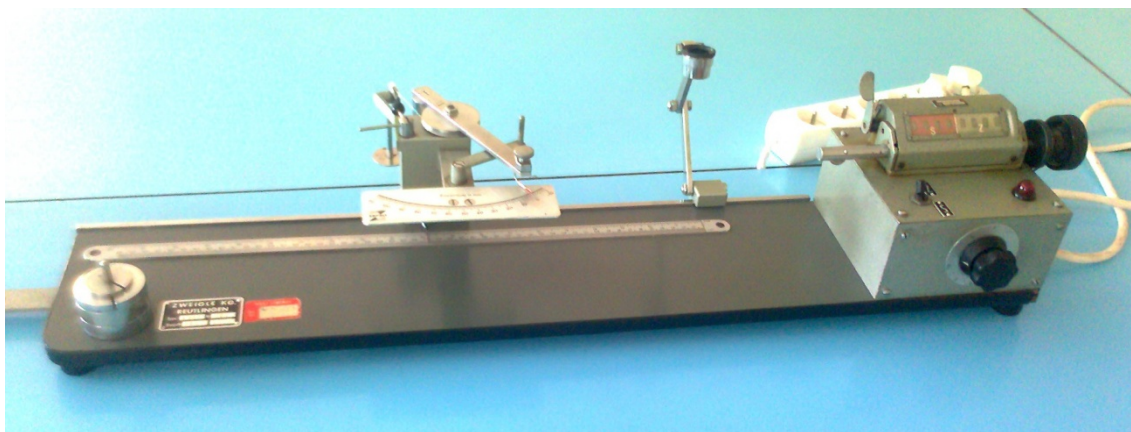
4.2 Zákrut přízí

Směr zákrutu a počet zákrutů příze se zjišťuje dle normy ČSN 80 0701. Pro stanovení počtu zákrutů jednotlivých materiálů byl použit zákrutoměr Zweigle K6 typu D310.

Zákrutoměr

Jedná se o přístroj, který slouží k rozkrucování přízí. Příze je upnuta mezi otočnou čelist a výkyvnou čelist umístěnou na výkyvném raménku, jejichž vzdálenost je dána upínací délkou. Otáčky potřebné k rozkroucení příze jsou řízeny motorkem s regulátorem a počet otáček se zaznamenává na displeji. Na přístroji se nastavuje předpětí a omezovač (zarážka výkyvného raménka). Dále je zařízení opatřeno stupnicí pro odečtení změny délky zkoušeného materiálu a lupou.

Zákrutoměr je znázorněn na obr. 4.1.



Obr. 4.1 Zákrutoměr.

Postup zjišťování směru a počtu zákrutů:

Směr zákrutu se určuje na vzorku příze, kde se zkoumá souhlas směru stoupání šroubovice zákrutu se střední částí písmene S (levý zákrut) nebo Z (pravý zákrut).

Počet zákrutů příze se určuje přímou nebo nepřímou metodou pomocí zákrutoměru.

Pro stanovení počtu zákrutu chemických multifilů byla použita **přímá metoda**. Vzdálenost mezi čelistmi je stanovena na 250 mm, dále se zvolí vhodné předpětí odpovídající 10% jemnosti příze a nastaví se vhodný směr zákrutu. Vzorek příze se odvine z cívky a upne se nejprve do výkyvné čelisti. Dále se příze upne do rotační čelisti tak, aby ukazatel změny délky příze byl nastaven na nule. Příze je pomocí zákrutoměru rozkrucována tak dlouho, až příze neobsahuje žádný zákrut. Následně se na počítadle odečte počet zákrutů a přepočte se na jeden metr délky příze.

Pro stanovení počtu zákrutu jednoduché bavlněné příze byla použita **nepřímá metoda** s napínačem. Upnutí a nastavení parametrů je stejné jako u přímé metody. Navíc se nastavuje omezovač. Metoda spočívá v rozkrucování příze a následném zakroucení příze opačným směrem. Zákrutoměr se zastaví v momentě, kdy se ukazatel změny délky příze vrátí zpět do nulové polohy. Následně se na počítadle odečte dvojnásobný počet zákrutů na upínací délku příze a počet zákrutů se přepočte na jeden metr délky příze.

U každého druhu příze se provede 20 měření a vyhodnotí se v programu Microsoft Excel.

Naměřené hodnoty průměrného počtu zákrutů a statistické parametry přízí vypočtené dle [24] jsou znázorněny v tabulce 3.

4.3 Tahové vlastnosti přízí

Mechanické vlastnosti přízí se stanovují pomocí dynamometru mechanickým zatěžováním příze dle normy ČSN EN ISO 2062.

Trhací přístroj TIRA test 2300

Tento přístroj se používá pro zjišťování mechanických vlastností textilních materiálů. Skládá se z rámu, na kterém jsou umístěny pneumatické čelisti, z nichž spodní čelist je

pevná a horní čelist je posuvná. Přístroj je ovládán pomocí softwaru. Zařízení v průběhu zkoušení materiálu zaznamenává data a pomocí nich vykresluje tzv. tahovou pracovní křivku.

Trhací přístroj TIRA test 2300 je znázorněn na obr. 4.2



Obr. 4.2 Trhací přístroj TIRA test 2300.

Postup zjišťování mechanických vlastností přízí:

Pro stanovení mechanických vlastností přízí se používá trhací přístroj TIRA test 2300. V programu trhacího přístroje se nastaví vhodná definice. V tomto případě byla měřena maximální dosažená síla F_{max} , tažnost při maximální dosažené síle A_{max} a modul pružnosti E . Zkoušený vzorek příze se odvine z předlokové cívky a upne mezi pevnou a posuvnou čelist trhacího přístroje. Upínací délka příze je 500 mm, rychlost posuvu čelistí 100 mm/min a předpětí 1 cN/tex. Po té se vynuluje dráha a napětí v programu trhacího přístroje a spustí se zkouška.

Vzorek příze je mechanickým zařízením protahován do přetrhu a zaznamenají se hodnoty maximální síly a prodloužení při přetrhu. Při této zkoušce se používá konstantní přírůstek prodloužení. Jedná se tedy o metodu CRE.

U každého druhu příze bylo provedeno deset měření. Naměřená data byla dále zpracovávána v programu Microsoft Excel a Matlab, pomocí nichž byly vytvořeny průměrné tahové křivky jednotlivých přízí graficky znázorněné na obr. 5.1.

Dále byly přepočteny počáteční moduly multifilů pomocí vztahu

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad , \quad (9)$$

kde σ [MPa] představuje napětí, ε [%] deformaci a E [MPa] počáteční modul v tahu.

Napětí multifilu lze určit dle vztahu

$$\sigma = F_r \cdot \rho \quad , \quad (10)$$

kde F_r [N/tex] představuje relativní sílu a ρ [kg/m³] hustotu materiálu multifilu. [16]

4.4 Vztah pevnosti a zákrutu příze

Pevnost příze se mění s počtem zákrutů. Svou nepatrnou pevnost má již samotný nezakroucený svazek vláken, jeho pevnost je dána přirozenou soudržností vlákenného materiálu. S přibývajícím počtem zákrutů roste pevnost příze až do určitého bodu, kdy je dosaženo maximální možné pevnosti dané příze. Při této pevnosti příze obsahuje tzv. kritický zákrut. Při větším zákrutu, než je zákrut kritický, dochází ke snižování pevnosti příze. [4]

Postup při určování vztahu mezi pevností příze a zákrutem:

Pro tento experiment byl přízím postupně udělován zvyšující se počet zákrutů s konstantním přírůstkem viz. tabulka 1. Pro polypropylenový a polyesterový multifil byl zvolen přírůstek zákrutu 40 m⁻¹, pro Twaron byl zvolen přírůstek zákrutu 100 m⁻¹,

pro bavlněnou přízi byl zvolen přírůstek zákrutu 150 m^{-1} a pro polyamidový multifil byl zvolen přírůstek zákrutu 60 m^{-1} .

Od každého druhu příze bylo vyrobeno pět vzorků s odlišným počtem zákrutů. Zvyšování počtu zákrutu příze bylo docíleno pomocí zákrutoměru, díky kterému bylo přízi uděleno potřebné množství zákrutů. Počty zákrutů vzorků jednotlivých přízí jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1 Průměrný počet zákrutů jednotlivých vzorků přízí.

vzorek	ba	PAD 6.6	PES	POP	TWARON
1	297	57	41	43	0
2	447	117	81	83	100
3	597	177	121	123	200
4	747	247	161	163	300
5	897	307	201	203	400

Vzorek č. 1 v tabulce 1 představuje původní průměrný počet zákrutů jednotlivých materiálů.

Vzorek č. 2 představuje původní průměrný počet zákrutů navýšený o 51% u bavlněné příze, u polyamidového multifilu je navýšení počtu zákrutů o 105%, u polyesterového multifilu je navýšení počtu zákrutů o 98%, u polypropylenového multifilu je navýšení počtu zákrutů o 93% a u Twaronu je navýšení počtu zákrutů o 100%.

Vzorek č. 3 představuje původní průměrný počet zákrutů navýšený o 102% u bavlněné příze, u polyamidového multifilu je navýšení počtu zákrutů o 210%, u polyesterového multifilu je navýšení počtu zákrutů o 196%, u polypropylenového multifilu je navýšení počtu zákrutů o 186% a u Twaronu je navýšení počtu zákrutů o 200%.

Vzorek č. 4 představuje původní průměrný počet zákrutů navýšený o 153% u bavlněné příze, u polyamidového multifilu je navýšení počtu zákrutů o 315%, u polyesterového multifilu je navýšení počtu zákrutů o 294%, u polypropylenového

multifilu je navýšení počtu zákrutů o 297% a u Twaronu je navýšení počtu zákrutů o 300%.

Vzorek č. 5 představuje původní průměrný počet zákrutů navýšený o 204% u bavlněné příze, u polyamidového multifilu je navýšení počtu zákrutů o 420%, u polyesterového multifilu je navýšení počtu zákrutů o 392%, u polypropylenového multifilu je navýšení počtu zákrutů o 372% a u Twaronu je navýšení počtu zákrutů o 400%.

U takto připravených vzorků byla testována jejich pevnost pomocí trhacího přístroje TIRA test 2300 dle normy ČSN EN ISO 2062. Při upínání vzorku příze mezi pevnou a posuvnou čelist je nutné dbát na zachování počtu zákrutů příze.

Od každého druhu příze bylo provedeno deset měření. Naměřená data byla dále zpracovávána v programu Microsoft Excel a Matlab, kde byly vytvořeny průměrné tahové křivky jednotlivých přízí, které jsou graficky znázorněny na obr. 5.2, 5.4, 5.6, 5.8, 5.10. Dále byla znázorněna závislost pevnosti přízí na počtu zákrutů na obr. 5.3, 5.5, 5.7, 5.9, 5.11.

Po grafickém zkonstruování závislosti pevnosti na počtu zákrutu přízí byla provedena ještě další měření u Twaronu a bavlněné příze, protože byl v těchto případech nejasný kritický zákrut přízí.

U Twaronu byly doměřeny hodnoty pevnosti při přírůstku průměrného počtu zákrutů o 50% a 150% odpovídající počtu 50 a 150 zákrutů na jeden metr příze.

U bavlněné příze byly doměřeny hodnoty pevnosti při průměrném počtu zákrutů navýšeného o 76% a 127% odpovídající počtu 523 a 673 zákrutů na jeden metr příze.

4.5 Závislost počátečního modulu multifilu na počtu zákrutů

Je prokázáno, že hodnota počátečního modulu multifilu silně závisí na počtu zákrutů. Počáteční modul multifilových přízí lze vypočítat dle vztahu

$$E = \frac{\mu\rho}{\mu\rho + 4\pi Z^4/\alpha} = \frac{A_1}{A_1 + A_2 Z^4} \quad , \quad (11)$$

kde E [MPa] představuje počáteční modul příze, μ [-] je zaplnění příze, ρ [kg/m³] představuje hustotu materialu, Z [m⁻¹] je zákrut příze, A_1 a A_2 jsou konstanty, T [tex] je jemnost příze, a α je Koechlinův zákrutový koeficient [m⁻¹tex^{1/2}], který se určí ze vztahu

$$Z = \alpha\sqrt{T} . \quad (12)$$

Výsledná funkční závislost $1/E(Z)$ na Z^4 se dá určit pomocí lineární rovnice

$$1/E(Z) = 1 + A_2Z^4/A_1 . [25] \quad (13)$$

Zjištěné hodnoty přepočtených počátečních modulů jednotlivých multifilů dle rovnice 9, 10 a jejich statistické parametry byly znázorněny ve formě tabulek a vypočtená funkční závislost pomocí metody nejmenších čtverců byla vynesena společně s přepočtenými daty počátečních modulů do grafu závislosti $1/E(Z)$ na Z^4 .

4.6 Úhel stoupání šroubovice vláken v přízi

Úhel stoupání šroubovice vláken v přízi se určí pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu, kde se vytvoří obrazy jednotlivých vzorků přízi a ty se dále zpracují pomocí programu obrazové analýzy.

Elektronový rastrovací mikroskop

Elektronový rastrovací mikroskop slouží k pozorování trojrozměrné povrchové struktury materiálů a k určení jejich geometrických parametrů. Při zobrazení zkoumaného objektu je znázorněno i přesné zvětšení, což umožňuje i kvalitativní hodnocení rozměrů zkoumaného vzorku. [16] Tento způsob mikroskopie se vyznačuje velkou hloubkou ostrosti a vysokou rozlišovací schopností a rozsahem zvětšení. Tímto mikroskopem je možné přímé pozorování objektu v mikroskopu.

Principem elektronového rastrovacího mikroskopu je, že na vzorek dopadá tenký svazek elektronů, který je soustředěn do co nejmenší plochy. Interakcí elektronového svazku s preparátem vzniká celá řada signálů. [15] Obraz povrchu struktury objektu vzniká pomocí zachycení emitovaných (odražených) elektronů ve sběrném systému

elektronů umístěného v blízkosti zkoumaného objektu. Plastičnost obrazu ovlivňuje úhel dopadajícího svazku elektronů na povrch vzorku.

Pomocí elektronové rastrovací mikroskopie lze zkoumat vodivé materiály. Pro zkoumání méně vodivých materiálů se jejich povrch musí opatřit vrstvičkou kovu ve vakuu o tloušťce menší než 10 nm. [16]

Elektronový rastrovací mikroskop je znázorněn na obr. 4.3



Obr. 4.3 Elektronový rastrovací mikroskop.

Příprava vzorku:

Vzorky pro elektronový rastrovací mikroskop byly připraveny tak, že podložní destička pro vzorek se opatří oboustrannou lepicí páskou, na kterou se upevní úseky příze. Při lepení vzorku příze na podložní destičku je nutné dbát na to, aby byl na přízi zachován daný počet zákrutů. Proto byly konce jednotlivých úseků příze navíc zajištěny pomocí lepicí pásky. Na každém vzorku byly upevněny čtyři úseky příze. Takto připravený vzorek se vloží do komory, kde dojde ve vakuu k nanesení tenké vrstvy zlata na povrch vzorku.

Ukázka připraveného vzorku pro vytvoření obrazu pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu je znázorněna na obr. 4.4



Obr. 4.4 Připravený vzorek pro elektronový rastrovací mikroskop.

Postup při měření úhlu stoupání šroubovice vláken v přízi:

Nejprve se připraví vzorky příze pro elektronový rastrovací mikroskop. Od každého druhu příze bylo zhotoveno pět vzorků s různým počtem zákrutů. Pro dosažení potřebného počtu zákrutů jednotlivých přízí byl použit zákrutoměr.

Pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu se vytvoří obrazy jednotlivých vzorků. Ty se dále zpracovávají v programu obrazové analýzy, kde se vyhodnotí úhly stoupání šroubovice pro jednotlivé vzorky přízí. Od každého vzorku bylo provedeno 10 měření.

Naměřené průměrné hodnoty úhlu stoupání šroubovic a statistické parametry pro jednotlivé vzorky vypočtené dle [24] jsou uvedeny v tabulce 16 - 20. Závislosti úhlu stoupání šroubovice jednotlivých materiálů na počtu zákrutů jsou znázorněny na obr. 5.16, 5.18, 5.20, 5.22 a 5.24 a na obr. 5.17, 5.19, 5.21, 5.23 a 5.25 jsou znázorněny závislosti pevnosti jednotlivých materiálů na velikosti úhlu stoupání šroubovic vláken v přízi

4.7 Průměr přízí

Pro určení průměru přízí jednotlivých materiálů byly použity obrazy vytvořené pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu viz. kapitola 4.6. Jednotlivé průměry byly měřeny pomocí programu obrazové analýzy. Od každého vzorku materiálu bylo provedeno 10 měření. Dále se naměřená data vyhodnocovala pomocí programu Microsoft Excel.

Průměrné hodnoty průměrů jednotlivých vzorků a statistické parametry přízí vypočtené dle [24] jsou uvedeny v tabulce 21 – 25 a závislosti průměru přízí na počtu zákrutů jsou uvedeny na obr. 5.26 – 5.30.

5 Výsledky měření a hodnocení

5.1 Výsledky jemnosti přízí

V tabulce č. 2 jsou uvedeny naměřené průměrné hodnoty jemností a statistických parametrů přízí.

Tabulka 2 Jemnosti přízí.

	t [dtex]	T [tex] od firmy	T [tex]	s [tex]	ν [%]	95% IS [tex]
ba	2,67	125 ± 5	126,03	1,47	1,16	<124,34; 127,71>
PAD 6.6	7,44	$96,1 \pm 1,3$	96,74	0,27	0,28	<96,45; 97,06>
PES	5,62	$112,5 \pm 4$	112,44	0,46	0,41	<111,91; 112,97>
POP	11,24	110 ± 5	112,38	0,4	0,36	<111,92; 112,84>
TWARON	1,11	110 ± 5	111,21	0,07	0,06	<111,13; 111,29>

Největší jemnost byla zjištěna u polyamidového multifilu, jemnosti polyesterového, polypropylenového multifilu a Twaronu jsou přibližně shodné a nejmenší jemnost vykazuje bavlněná příze.

Naměřené průměrné hodnoty jemností odpovídají hodnotám dodaným od firmy.

5.2 Výsledky zákrutu přízí

V tabulce č. 3 jsou uvedeny průměrné hodnoty zákrutu jednotlivých materiálů.

Tabulka 3 Zákruty přízí.

	$Z [m^{-1}]$ od firmy	$Z [m^{-1}]$	$s [m^{-1}]$	$\nu [\%]$	95% IS $[m^{-1}]$
ba	388 ± 50	296,8	15,5	5,22	<289,56; 304,04>
PAD 6.6	60 ± 5	56,6	3,73	6,6	<54,86; 58,34>
PES	60 ± 8	42,8	3,7	8,63	<41,07; 44,53>
POP	60 ± 10	41	5,49	13,38	<38,44; 43,56>
TWARON	0	0	0	0	0

Největší počet zákrutů je dodán bavlněné přízi, která pro svou soudržnost a pevnost potřebuje větší počet zákrutů. Polyesterovému a polypropylenovému multifilu je dodán malý počet zákrutů tzv. zajišťující (ochranný) zákrut. Twaron je bez zákrutu, jednotlivá vlákna jsou již natolik pevná, že multifil nepotřebuje být zpevněn zákrutem a vlákna jsou spolu ve vzájemném kontaktu díky mezivlákněnému tření.

U všech druhů přízí byl zjištěn pravý směr zákrutů, až na Twaron, který je bez zákrutu.

Naměřené hodnoty zákrutu u polyamidového multifilu a Twaronu odpovídají hodnotám počtu zákrutů dodanými firmou. Naměřené hodnoty počtu zákrutů u bavlněné příze jsou o 12 % menší než dolní hranice daného počtu zákrutů ve firemních podkladech. U polyesterového a polypropylenového multifilu jsou naměřené hodnoty počtu zákrutů menší, v obou případech o 18 %, než je dolní hranice daného počtu zákrutů dodaných firmou.

5.3 Výsledky tahových vlastností přízí

V tabulkách 4 - 6 jsou uvedeny tahové vlastnosti jednotlivých materiálů s původním počtem zákrutů. Jedná se o data průměrných pevností, průměrných tažností a průměrných počátečních modulů.

Tabulka 4 Průměrná pevnost přízí s původním počtem zákrutů.

	F_{max} [N] od firmy	F_{max} [N]	s [N]	v [%]	$min F_{max}$ [N]	$max F_{max}$ [N]
ba	$15 \pm 2,5$	11,84	0,65	5,51	11,04	12,95
PAD 6.6	$70 \pm 3,1$	58,91	1,34	2,27	57,16	60,94
PES	86 ± 6	80,8	1,26	1,55	78,58	82,36
POP	68 ± 3	63,22	2,63	4,16	58,73	65,34
TWARON	170 ± 10	168,61	3,73	2,21	163,55	175,44

Z tabulky 4 vyplývá, že největší pevnost, tedy maximální sílu při přetrhu má Twaron, Dále následuje polyesterový multifil, polypropylenový multifil, polyamidový multifil a nejmenší pevnost má bavlněná příze.

Naměřené průměrné pevnosti polyesterového multifilu a Twaronu odpovídají pevnostem dodaných firmou. Naměřené průměrné hodnoty pevnosti bavlněné příze jsou o 5 % menší, než dolní hranice pevnosti dodané firmou. Naměřené průměrné hodnoty polyamidového multifilu jsou o 12 % menší než dolní hranice pevnosti dodané firmou a naměřené průměrné hodnoty pevnosti polypropylenového multifilu jsou o 3 % menší než dolní hranice pevnosti dodané firmou.

Tabulka 5 Průměrná tažnost přízí s původním počtem zákrutů.

	A_{max} [%] od firmy	A_{max} [%]	s [%]	v [%]	$min A_{max}$ [%]	$max A_{max}$ [%]
ba	$8,5 \pm 2$	7,95	0,27	3,38	7,59	8,41
PAD 6.6	$24 \pm 2,8$	23,76	0,84	3,52	22,69	25,24
PES	$12,5 \pm 2$	12,31	0,38	3,12	11,55	12,76
POP	$23,5 \pm 3,5$	26,05	3,49	13,41	19,64	28,67
TWARON	$2,5 \pm 0,5$	3,45	0,14	4,13	3,22	3,71

Z tabulky 5 je patrné, že největší tažnost při maximálním zatížení má polypropylenový multifil, dále následuje polyamidový multifil, polyesterový multifil, bavlněná příze a nejmenší tažnost při maximálním zatížení má Twaron.

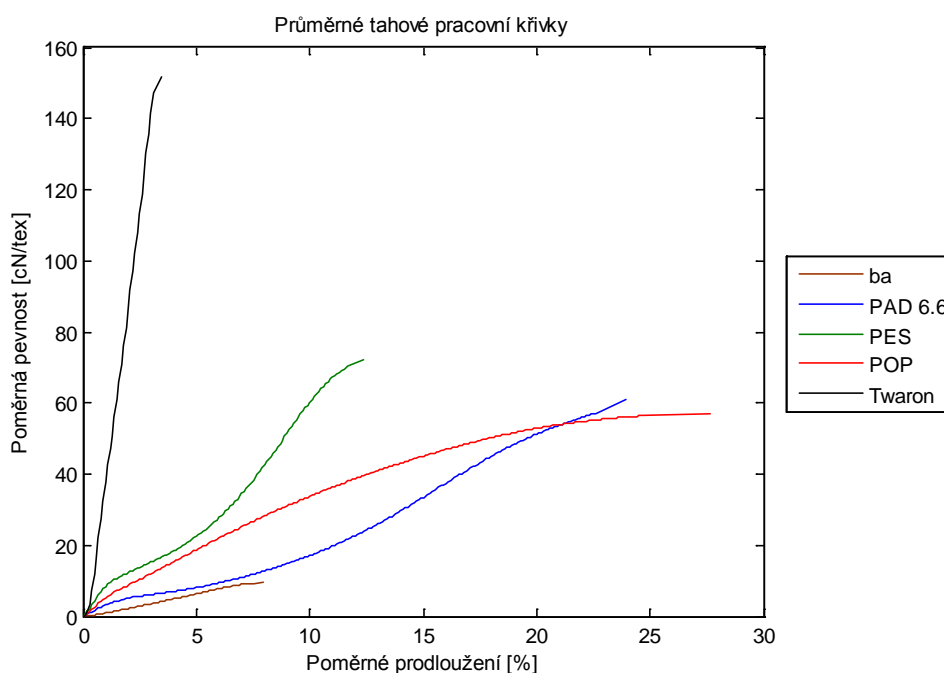
Naměřené průměrné hodnoty tažnosti odpovídají hodnotám firemních podkladů až na Twaron, který má větší průměrnou tažnost o 15 % než horní hranice tažnosti dané firmou.

Tabulka 6 Průměrný počáteční modul přízí s původním počtem zákrutů.

	E [MPa]	s [MPa]	ν [%]	$\min E$ [MPa]	$\max E$ [MPa]
ba	158,99	7,25	4,56	150,42	170,87
PAD	2923,39	43,66	1,49	2844,62	2983,91
PES	8123,99	144,68	1,78	7980,66	8300,62
POP	1991,56	231,29	11,61	1824,33	2428,78
TWARON	61492,46	1627,73	2,65	59509,98	63907,67

Z měření v tabulce 6 je vidět, že největší počáteční modul pružnosti a tedy největší odpor k zatížení má Twaron, dále následuje polyesterový multifil, polypropylenový multifil, polyamidový multifil a nejmenší počáteční modul má bavlněná příze.

Na obr. 5.1 jsou znázorněny průměrné tahové křivky jednotlivých materiálů s původním počtem zákrutů.



Obr. 5.1 Graf průměrných tahových pracovních křivek jednotlivých druhů přízí.

Z grafického znázornění jednotlivých tahových pracovních křivek přízí vyplývá, že Twaron má největší poměrnou pevnost a zároveň nejmenší poměrnou tažnost ze

všech druhů testovaných přízí. Největší tažnost vykazuje polypropylenový multifil a nejmenší pevnost má bavlněná příze.

5.4 Výsledky vztahu mezi pevností a zákrutem přízí

V tabulce 7-11 jsou uvedeny průměrné pevnosti materiálů při změně počtu zákrutů.

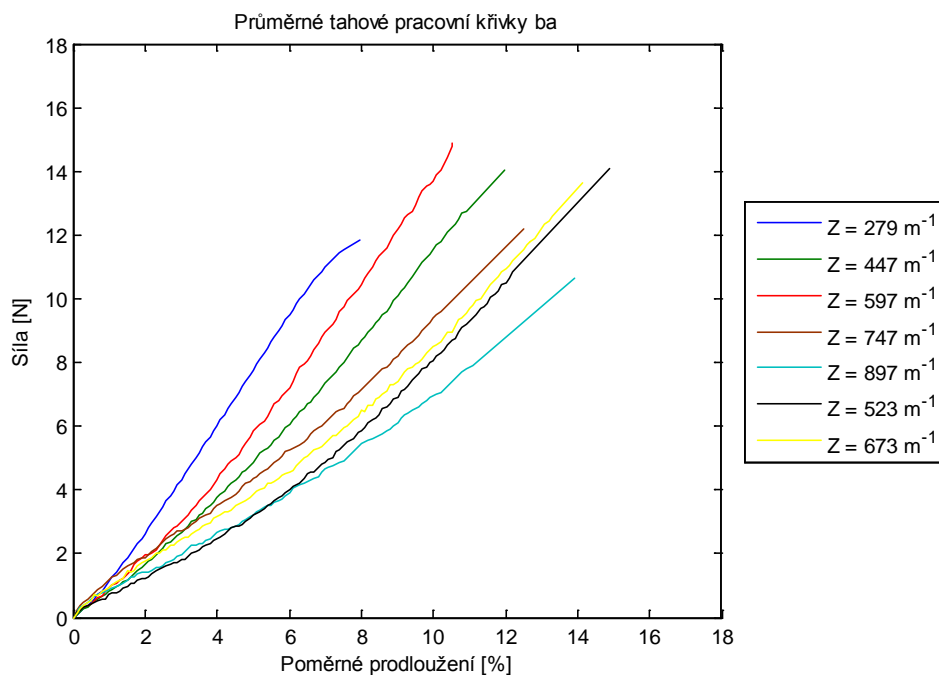
Na obr. 5.2, 5.4, 5.6, 5.8, 5.10 jsou znázorněny průměrné pracovní křivky jednotlivých vzorků. Na obr. 5.3, 5.5, 5.7, 5.9, 5.11 jsou znázorněny závislosti pevnosti jednotlivých materiálů při změně počtu zákrutů. Tato znázornění jsou doplněna o regresní křivky, kterými jsou proloženy body v grafech. Rovnice těchto křivek jsou uvedeny pod grafy.

Bavlněná příze

Tabulka 7 Pevnosti bavlněné příze při změně počtu zákrutů.

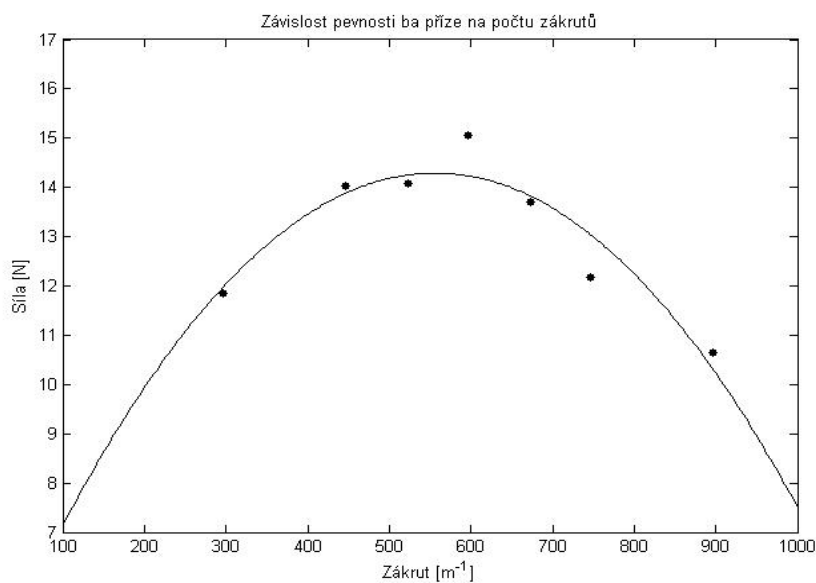
	F_{max} [N]	s [N]	v [%]	$min F_{max}$ [N]	$max F_{max}$ [N]
1	11,84	0,65	5,51	11,04	12,95
2	14,02	0,36	2,59	13,27	14,49
3	14,07	0,28	1,99	13,81	14,66
4	15,06	0,76	5,04	13,99	16,65
5	13,70	0,48	3,53	12,80	14,66
6	12,17	0,84	6,88	10,36	13,01
7	10,64	0,94	8,88	9,05	12,31

V tabulce 7 jsou znázorněny hodnoty vzorků 3 a 5, které představují doměřené hodnoty pevnosti po zkonstruování závislosti pevnosti bavlněné příze na počtu zákrutů, pro upřesnění kritického počtu zákrutů.



Obr. 5.2 Graf průměrných tahových pracovních křivek bavlněné příze.

Z grafického znázornění je patrné, že průběh průměrných tahových křivek bavlněné příze je přibližně lineární. Největší pevnost má bavlněná příze při 597 m^{-1} a největší poměrnou tažnost při 523 m^{-1} .



Obr. 5.3 Graf závislosti pevnosti bavlněné příze na počtu zákrutů.

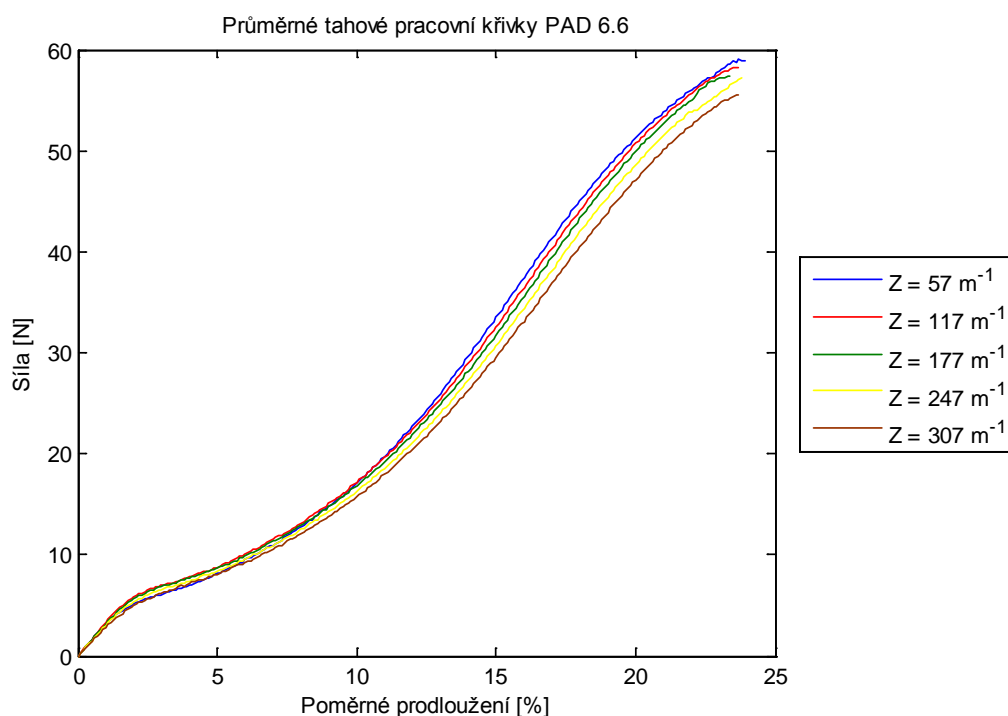
(Regresní rovnice: $y = -3,4 \cdot 10^{-5}x^2 + 0,038x + 3,7$)

Z grafického znázornění je patrné, že pevnost bavlněné příze nejprve roste se zvyšujícím se počtem zákrutů, až do místa, kdy je zákrut roven 597 m^{-1} . Po této hodnotě zákrutu se pevnost příze snižuje s přibývajícím počtem zákrutů.

Polyamidový multifil

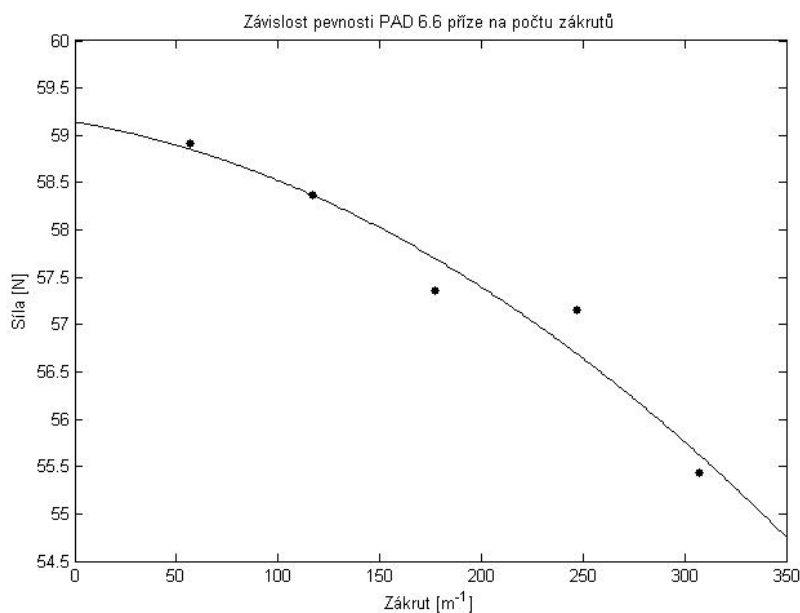
Tabulka 8 Pevnosti polyamidové příze při změně počtu zákrutů.

	F_{max} [N]	s [N]	v [%]	$min F_{max}$ [N]	$max F_{max}$ [N]
1	58,91	1,34	2,27	57,16	60,94
2	58,37	1,24	2,13	56,31	60,94
3	57,36	0,99	1,73	55,54	58,62
4	57,16	1,66	2,91	54,76	60,55
5	55,44	1,16	2,09	53,99	57,46



Obr. 5.4 Graf průměrných tahových pracovních křivek polyamidového multifilu.

Z grafického znázornění je patrné, že se pevnost polyamidového multifilu snižuje při zachování přibližně shodné poměrné tažnosti.



Obr. 5.5 Graf závislosti pevnosti polyamidového multifilu na počtu zákrutů.

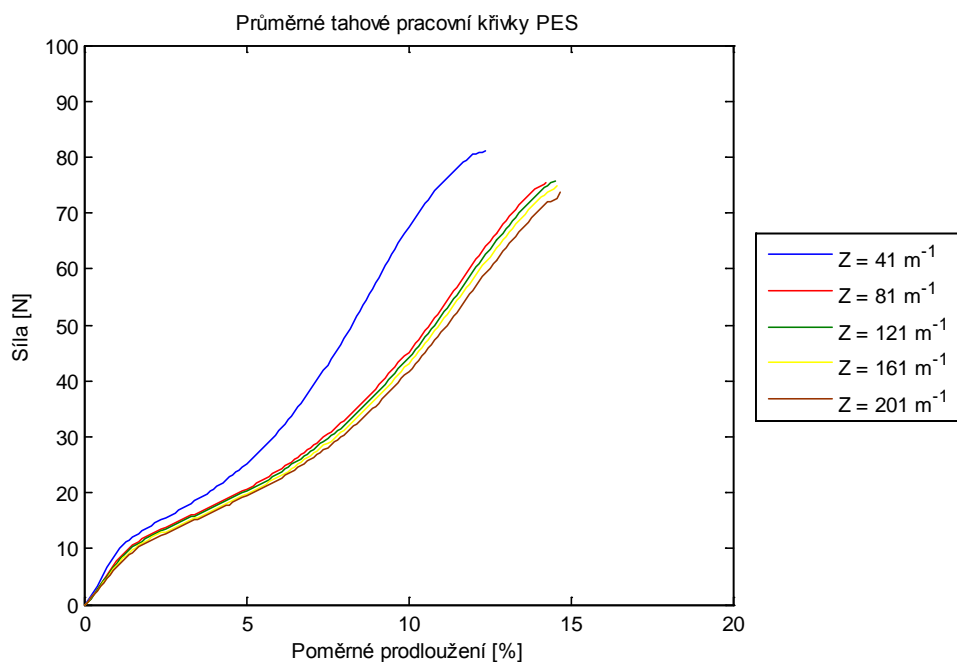
(Regresní rovnice: $y = -2,5 \cdot 10^{-5}x^2 - 0,0037x + 59$)

Z grafického znázornění vyplývá, že s přibývajícím počtem zákrutů pevnost polyamidového multifilu pouze klesá. Maximální pevnosti je tedy dosaženo v tomto případě při kritickém zákrutu, který je roven 57 m^{-1} .

Polyesterový multifil

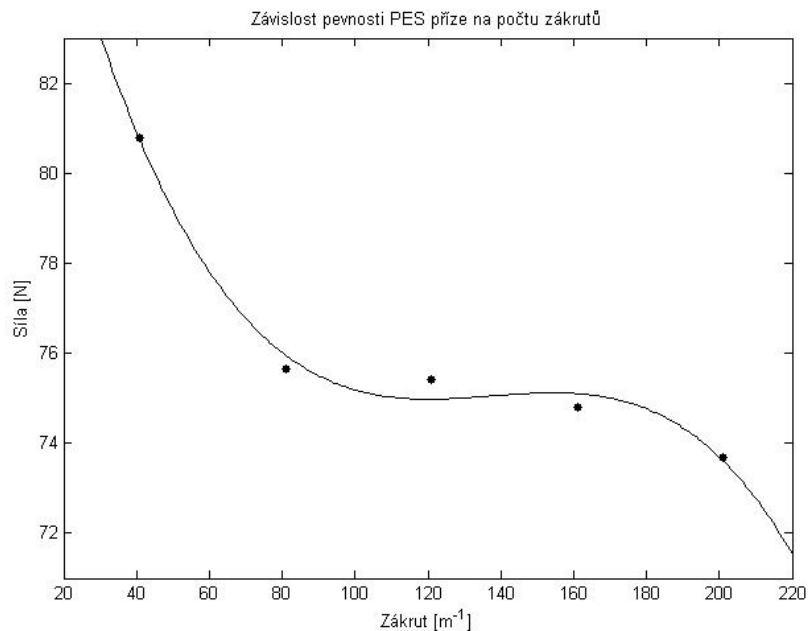
Tabulka 9 Pevnosti polyesterové příze při změně počtu zákrutů.

	F_{max} [N]	s [N]	v [%]	$min F_{max}$ [N]	$max F_{max}$ [N]
1	80,80	1,26	1,55	78,58	82,36
2	75,66	0,73	0,96	74,49	76,73
3	75,42	1,11	1,47	73,13	76,93
4	74,81	1,17	1,56	73,04	76,20
5	73,68	1,29	1,76	71,93	75,30



Obr. 5.6 Graf průměrných tahových pracovních křivek polyesterového multifilu.

Z grafu průměrných tahových křivek polyesterového multifilu vyplývá, že se pevnost se zvyšováním počtu zákrutů snižuje a zároveň roste tažnost multifilu.



Obr. 5.7 Graf závislosti pevnosti polyesterového multifilu na počtu zákrutů.

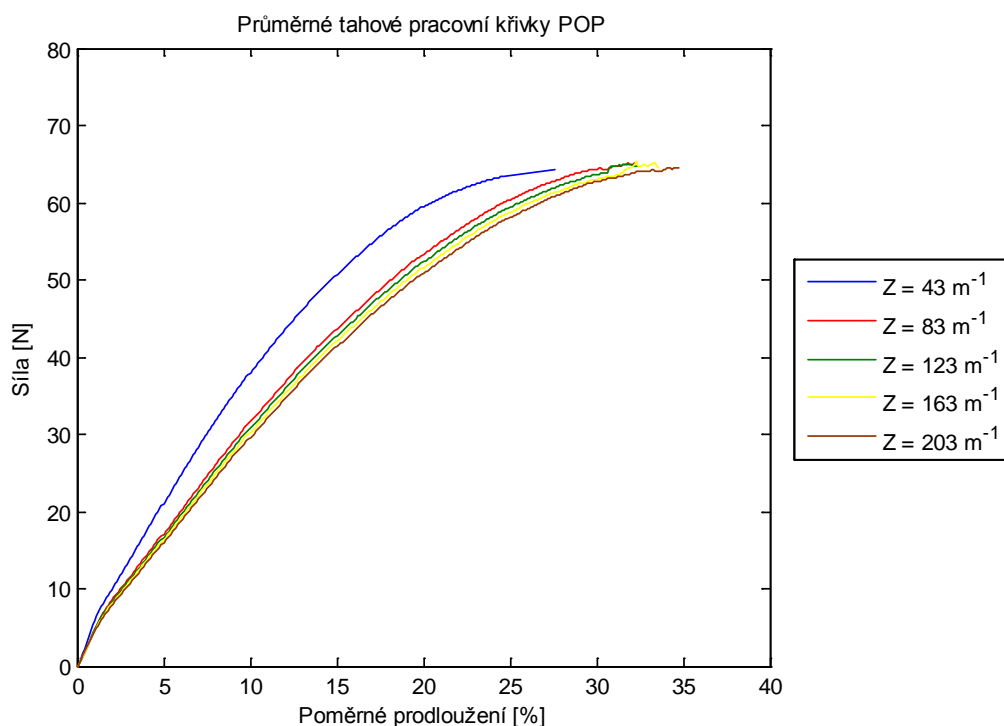
(Regresní rovnice: $y = -7,1 \cdot 10^{-6}x^3 + 0,0029x^2 - 0,39x + 92$)

Ze znázornění závislosti pevnosti polyesterového multifilu na počtu zákrutů vyplývá, že pevnost multifilu pouze klesá a tedy kritický zákrut multifilu je roven původnímu počtu zákrutů 41 m^{-1} . Z počátku pevnost příze v intervalu 41 až 81 m^{-1} prudce klesá a dále se pevnost multifilu snižuje pozvolněji.

Polypropylenový multifil

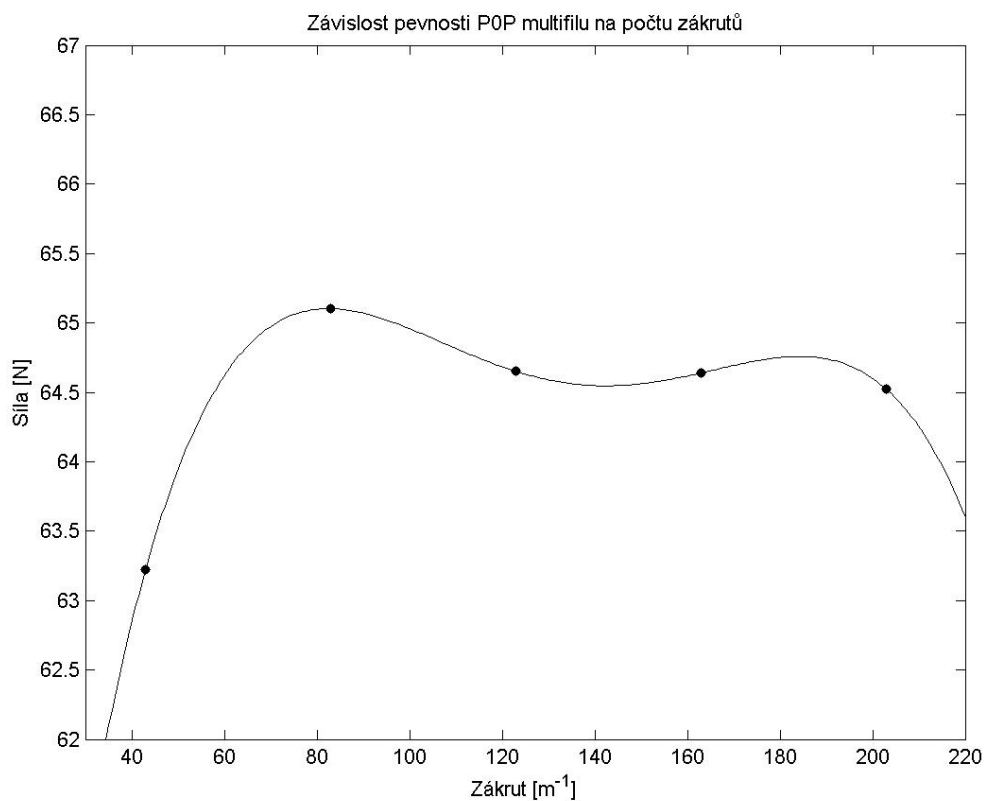
Tabulka 10 Pevnosti polypropylenové příze při změně počtu zákrutů.

	F_{max} [N]	s [N]	v [%]	$min F_{max}$ [N]	$max F_{max}$ [N]
1	63,22	2,63	4,16	58,73	65,34
2	65,10	0,48	0,73	64,19	65,56
3	64,65	0,46	0,70	63,77	65,06
4	64,64	0,32	0,50	64,02	65,09
5	64,52	0,92	1,42	63,59	66,10



Obr. 5.8 Graf průměrných tahových pracovních křivek polypropylenového multifilu.

Z grafického znázornění průměrných tahových křivek polypropylenového multifilu je vidět, že s růstem počtu zákrutu roste i tažnost multifilu a klesá jeho pevnost.



Obr. 5.9 Graf závislosti pevnosti polypropylenového multifilu na počtu zákrutů.

(Regresní rovnice: $y = -5,4 \cdot 10^{-8}x^4 + 2,9 \cdot 10^{-5}x^3 - 0,0057x^2 + 0,47x + 52$)

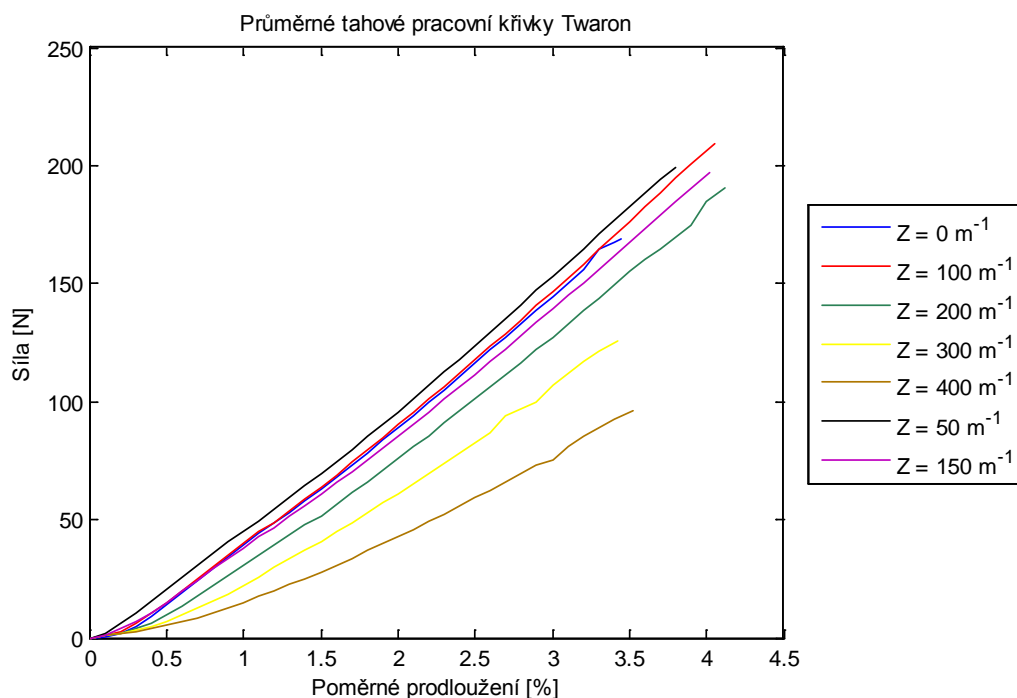
Z grafu znázorňujícího závislost pevnosti na počtu zákrutů polypropylenového multifilu je vidět, že pevnost stoupá až do bodu, kdy je zákrut multifilu roven 83 m^{-1} . Dále pevnost multifilu s přibývajícím počtem zákrutů pozvolna klesá.

Twaron

Tabulka 11 Pevnosti Twaronu při změně počtu zákrutů.

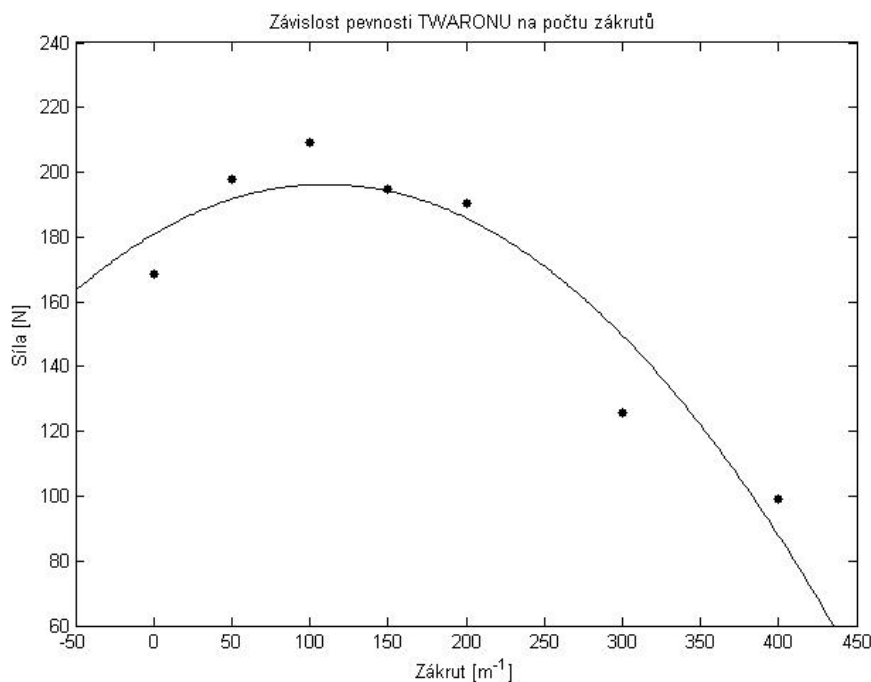
	F_{max} [N]	s [N]	v [%]	$min F_{max}$ [N]	$max F_{max}$ [N]
1	168,61	3,73	2,21	163,55	175,44
2	197,89	5,67	2,87	184,89	204,40
3	209,32	4,37	2,09	201,35	214,19
4	194,92	8,60	4,41	173,94	202,78
5	190,47	14,97	7,86	160,13	207,65
6	125,66	19,66	15,64	89,26	151,51
7	99,10	12,54	12,65	80,05	124,0

V tabulce 11 jsou znázorněny hodnoty vzorku 2 a 4, které představují doměřené hodnoty pevnosti po zkonstruování závislosti pevnosti Twaronu na počtu zákrutů, pro upřesnění kritického počtu zákrutů.



Obr. 5.10 Graf průměrných tahových pracovních křivek Twaronu.

Z grafického znázornění průměrných tahových křivek Twaronu je patrné, že s přibývajícím počtem zákrutů pevnost i poměrní tažnost roste až do bodu pevnosti Twaronu, který má kritický zákrut. Dále se pevnost Twaronu a poměrná tažnost snižuje.



Obr. 5.11 Graf závislosti pevnosti Twaronu na počtu zákrutů.

(Regresní rovnice: $y = -1,310^{-3}x^2 + 0,28x + 1,8 \cdot 10^2$)

Z grafu závislosti pevnosti Twaronu na počtu zákrutů vyplývá, že pevnost přize roste v intervalu 0 až 100 m^{-1} . V místě, kdy je počet zákrutů roven 100 m^{-1} , dosahuje pevnost Twaronu nejvyšší hodnoty. Dále se již pevnost s přibývajícím počtem zákrutů snižuje.

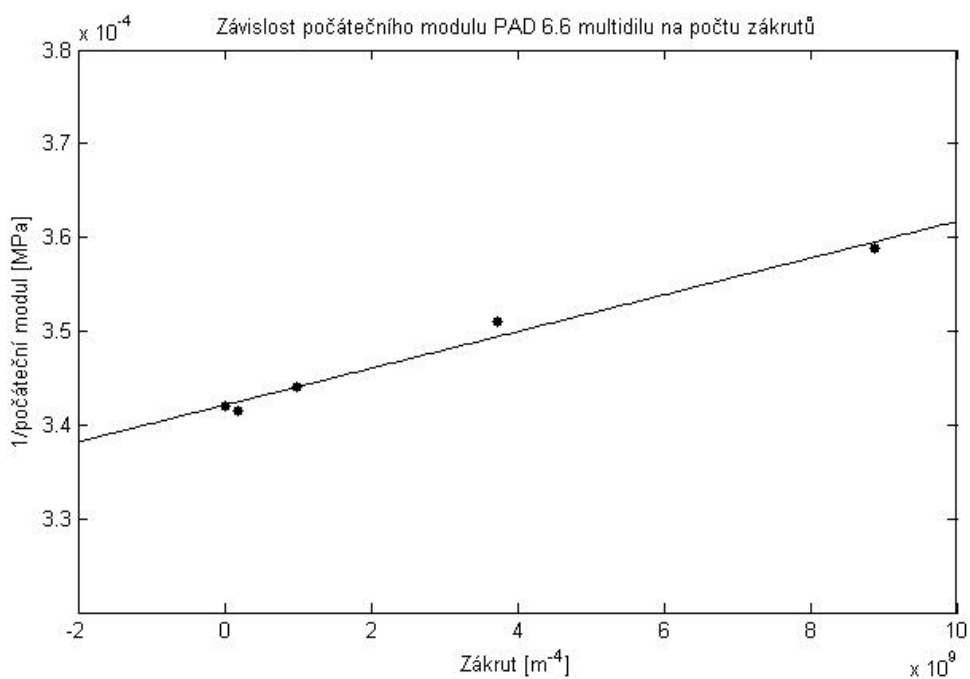
5.5 Výsledky závislosti počátečního modulu multifilu na počtu zákrutů

V tabulce 12 – 15 jsou znázorněny průměrné počáteční moduly multifilů a statistické parametry. Dále jsou na obrázku 12 – 14 zobrazeny závislosti počátečních modulů multifilů na počtu zákrutů.

Polyamidový multifil

Tabulka 12 Průměrné počáteční moduly polyamidového multifilu.

	E [MPa]	s [MPa]	v [%]	min E [MPa]	max E [MPa]
1	2923,39	43,66	1,49	2844,62	2983,91
2	2927,94	28,25	0,96	2868,99	2968,99
3	2906,73	41,28	1,42	2849,98	2960,52
4	2848,57	53,59	1,88	2785,63	2936,53
5	2786,78	48,02	1,72	2714,77	2870,08



Obr. 5.12 Graf závislosti počátečního modulu polyamidového multifilu na počtu zákrutů.

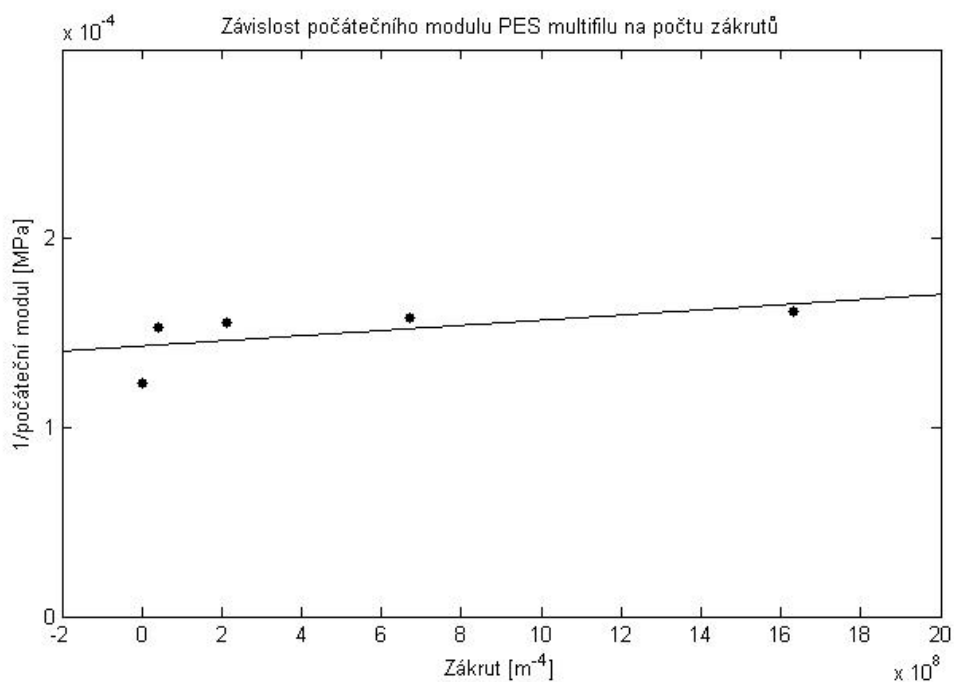
(Rovnice vypočtená pomocí metody nejmenších čtverců $y = 2 \cdot 10^{-15}x + 0.00034$)

Z grafického znázornění je patrné, že naměřená data jsou lineárně závislá. Z počátku závislosti počáteční modul polyamidového multifilu klesá pozvolněji se zvyšujícím se počtem zákrutů a následně s vyššími hodnotami počtu zákrutů klesá počáteční modul výrazněji.

Polyesterový multifil

Tabulka 13 Průměrné počáteční moduly polyesterového multifilu.

	E [MPa]	s [MPa]	v [%]	min E [MPa]	max E [MPa]
1	8123,99	144,68	1,78	7980,66	8300,62
2	6548,01	71,69	1,09	6434,36	6661,43
3	6442,9	26,13	0,41	6405,76	6492,61
4	6333,04	56,98	0,9	6264,82	6445,34
5	6185,29	47,66	0,77	6132,69	6278,06



Obr. 5.13 Graf závislosti počátečního modulu polyesterového multifilu na počtu zákrutů.

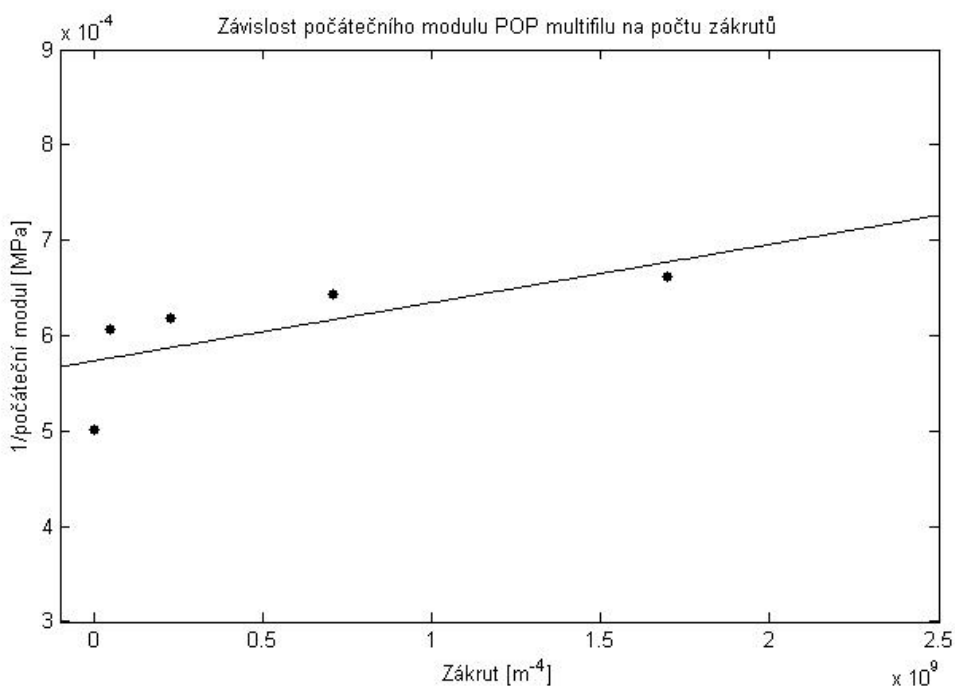
(Rovnice vypočtená pomocí metody nejmenších čtverců $y = 1,4 \cdot 10^{-14}x + 0,00014$)

Z grafického znázornění počátečního modulu na počtu zákrutů je vidět, že počáteční modul lineárně pozvolna klesá se zvyšujícím se počtem zákrutů.

Polypropylenový multifil

Tabulka 14 Průměrné počáteční moduly polypropylenového multifilu.

	E [MPa]	s [MPa]	v [%]	min E [MPa]	max E [MPa]
1	1991,56	231,29	11,61	1824,33	2428,78
2	1648,35	62,61	3,79	1519,49	1719,74
3	1616,8	49,47	3,06	1536,04	1686,38
4	1555,9	42,84	2,75	1500,33	1631,33
5	1511,76	34,04	2,25	1475,62	1577,19



Obr. 5.14 Graf závislosti počátečního modulu polypropylenového multifilu na počtu zákrutů.

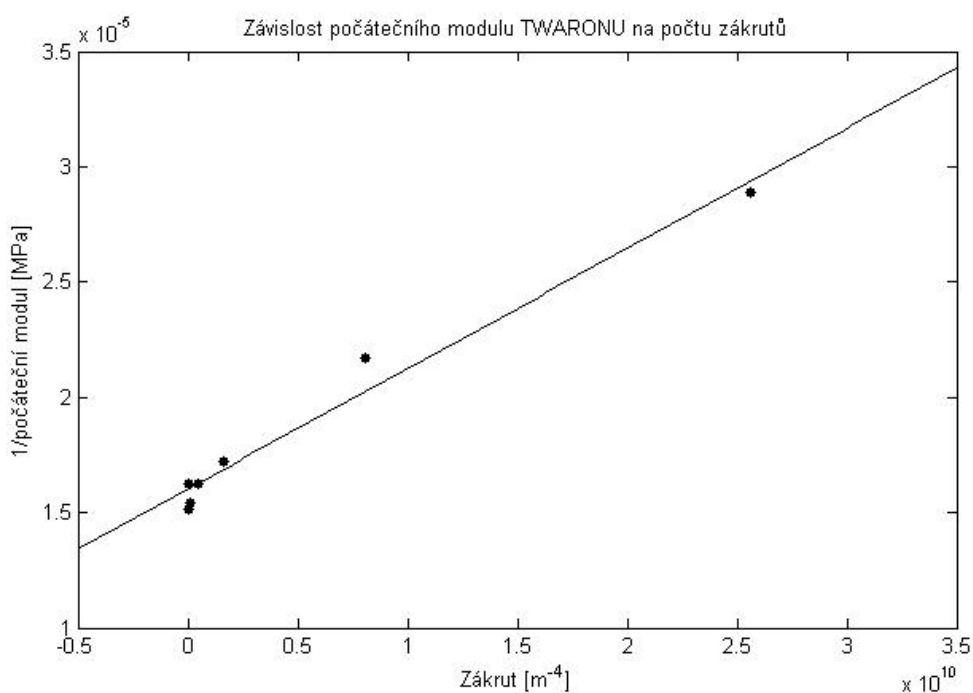
(Rovnice vypočtená pomocí metody nejmenších čtverců $y = 6.1 \cdot 10^{-14}x + 0.00057$)

Z grafického znázornění je patrná, že počáteční modul polyesterového multifilu lineárně a rovnoměrně klesá se zvyšujícím se počtem zákrutů.

Twaron

Tabulka 15 Průměrné počáteční moduly Twaronu.

	E [MPa]	s [MPa]	v [%]	min E [MPa]	max E [MPa]
1	61492,46	1627,73	2,65	59509,98	63907,67
2	65952,64	558,87	0,85	65222,07	66951,19
3	64925,18	694,45	1,07	63935,56	65993,61
4	61587,06	1103,97	1,79	59827,04	63065,41
5	58096,7	1669,3	2,87	54761,67	59954,59
6	46052	2260,53	4,91	42516,59	50055,64
7	34624,05	1274,54	3,68	33175,98	36964,43



Obr. 5.15 Graf závislosti počátečního modulu Twaronu na počtu zákrutů.

(Rovnice vypočtená pomocí metody nejmenších čtverců $y = 5,2 \cdot 10^{-16}x + 0.000016$)

Z grafického znázornění závislosti počátečního modulu Twaronu na počtu zákrutů je patrné, že počáteční modul nejprve klesá minimálně a se zvyšujícím se počtem zákrutů počáteční modul začíná klesat výrazně.

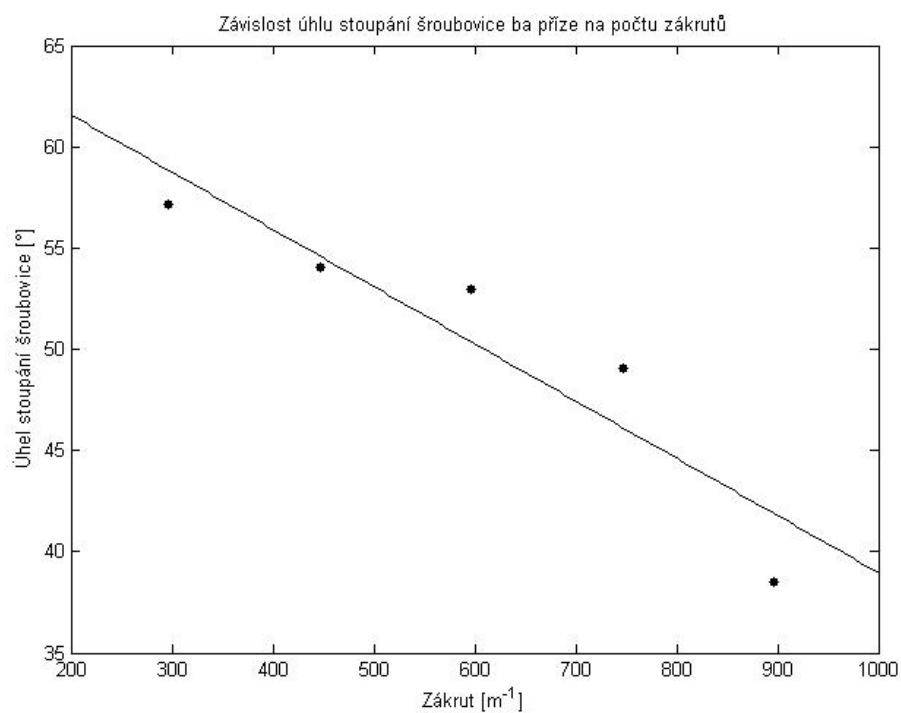
5.6 Výsledky úhlů stoupání šroubovice vláken v přízi

V tabulce 16 - 20 jsou uvedeny průměrné úhly stoupání šroubovic jednotlivých druhů materiálů se statistickými parametry. Na obr. 5.16, 5.18, 5.20, 5.22 a 5.24 jsou znázorněny závislosti úhlu stoupání šroubovic na počtu zákrutů a na obr. 5.17, 5.19, 5.21, 5.23 a 5.25 jsou znázorněny závislosti pevnosti na velikosti úhlu stoupání šroubovic vláken v přízi.

Bavlněná příze

Tabulka 16 Průměrné úhly stoupání šroubovic vláken bavlněné příze.

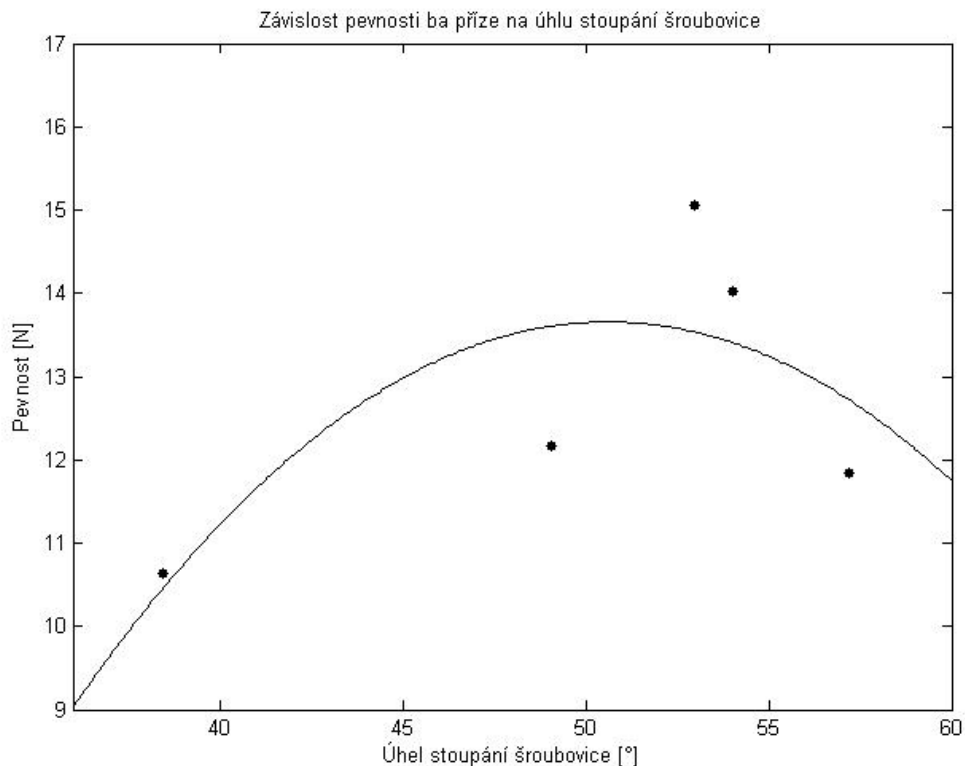
	$\beta_D [^\circ]$	$s [^\circ]$	$v [\%]$	95 % IS $[^\circ]$
1	57,18	5,11	8,94	<53,57; 60,78>
2	54,02	6,27	11,61	<49,60; 58,44 >
3	52,96	4,93	9,31	<49,49; 56,44>
4	49,05	4,88	9,94	<45,61; 52,48>
5	38,47	8,95	23,27	<32,16; 44,78>



Obr. 5.16 Graf závislosti úhlu stoupání šroubovice bavlněné příze na počtu zákrutů.

(Regresní rovnice: $y = -0,028x + 67$)

Z grafického znázornění vyplývá, že se úhel stoupání šroubovice vláken bavlněné příze snižuje s růstem počtu zákrutů dodaných přízi.



Obr. 5.17 Graf závislosti pevnosti bavlněné příze na úhlu stoupání šroubovice.

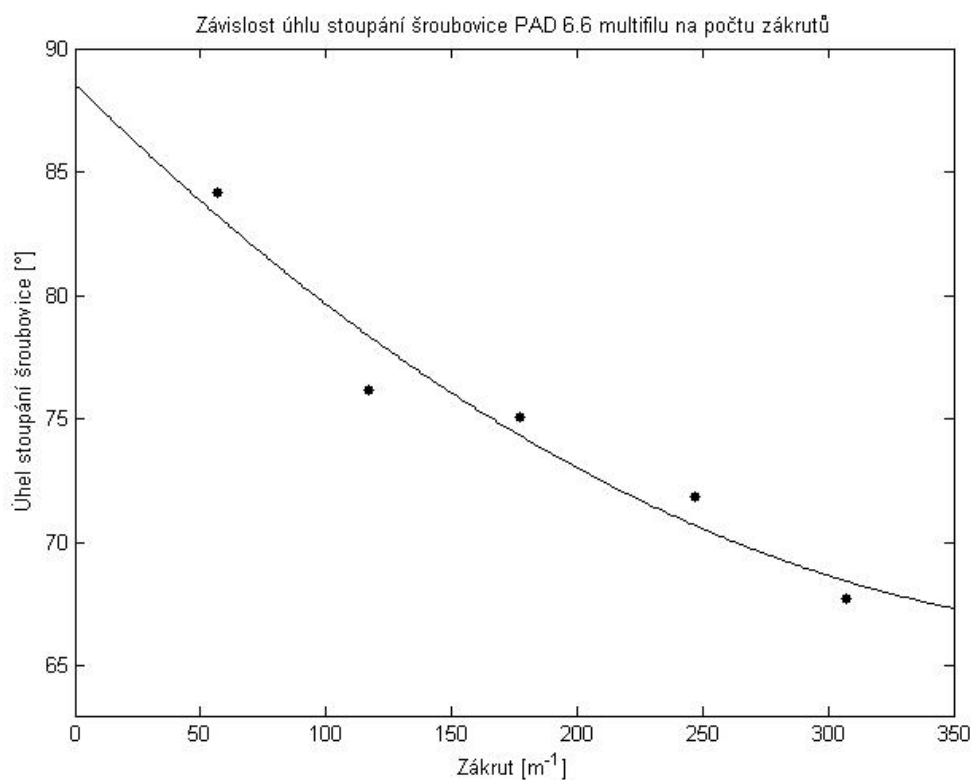
(Regresní rovnice: $y = -0,022x^2 + 2,2x - 42$)

Z grafického znázornění závislosti pevnosti bavlněné příze na úhlu stoupání šroubovice je patrné, že se pevnost se zvětšujícím se úhlem stoupání šroubovice zvětšuje, až do místa kdy je úhel stoupání šroubovice roven 52,96 °. Po této hodnotě se ze zvyšujícím se úhlem stoupání šroubovice vláken v přízi pevnost snižuje.

Polyamidový multifil

Tabulka 17 Průměrné úhly stoupání šroubovic vláken polyamidového multifilu.

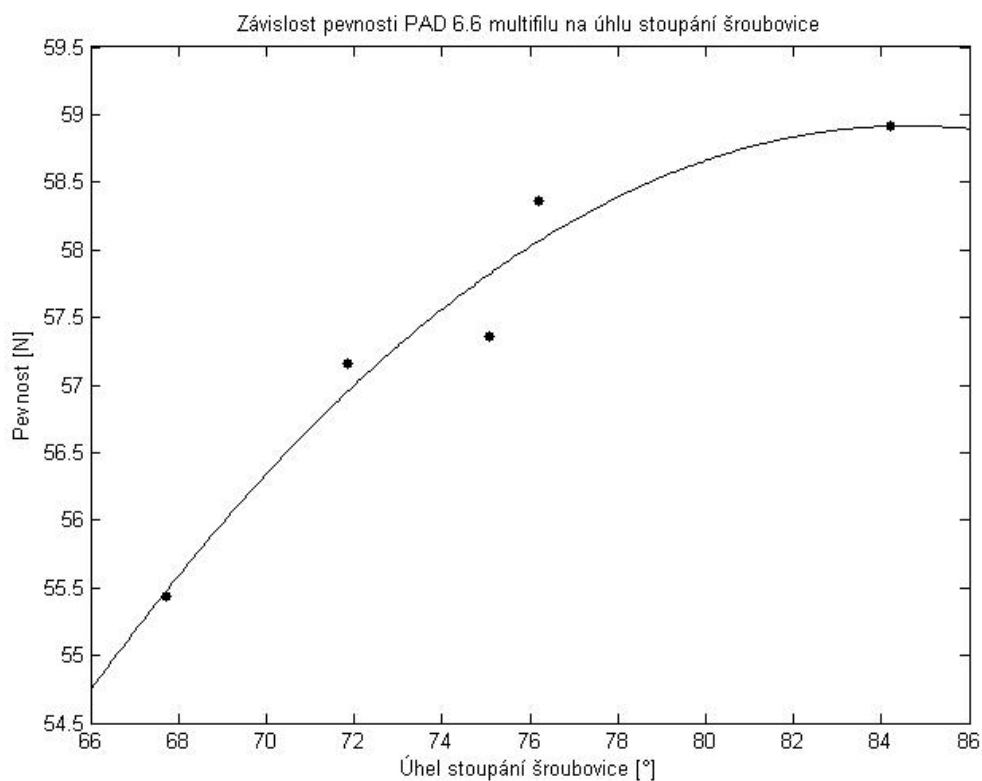
	β_D [°]	s [°]	ν [%]	95 % IS[°]
1	84,19	1,59	1,89	<83,07; 85,31>
2	76,19	2,30	3,01	<74,57; 77,81>
3	75,08	2,30	3,02	<73,48; 76,67>
4	71,84	2,06	2,87	<70,39; 73,30>
5	67,73	2,85	4,21	<65,72; 69,75>



Obr. 5.18 Graf závislosti úhlu stoupání šroubovice polyamidového multifilu na počtu zákrutů.

(Regresní rovnice: $y = 1,1 \cdot 10^{-4}x^2 - 0,1x + 89$)

Z grafického znázornění je patrné, že úhel stoudní šroubovice klesá se zvyšujícím se počtem zákrutů polyamidového multifilu. Nejprve úhel stoupání šroubovice klesá prudčeji do místa, kde multifil obsahuje 117 m⁻¹, pak klesá pozvolněji.



Obr. 5.19 Graf závislosti pevnosti polyamidového multifilu na úhlu stoupání šroubovice.

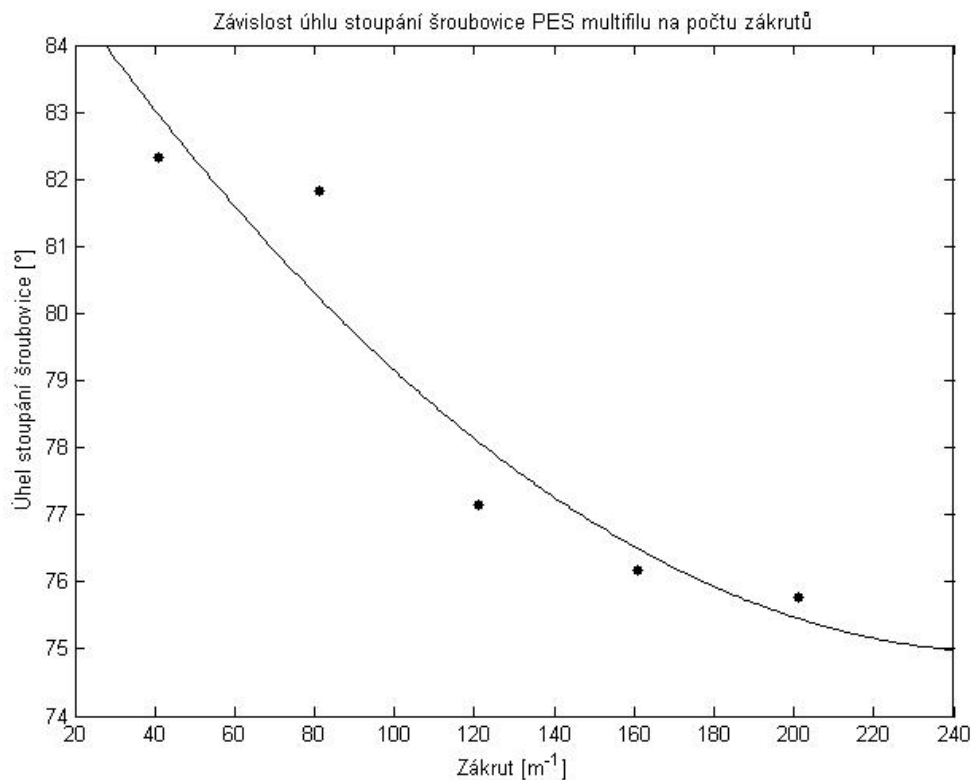
(Regresní rovnice: $y = -0,012x^2 + 2x - 27$)

Z grafického znázornění je patrné, že se zvyšujícím se úhlem stoupání šroubovice se pevnost polyamidového multifilu také zvětšuje.

Polyesterový multifil

Tabulka 18 Průměrné úhly stoupání šroubovic vláken polyesterového multifilu.

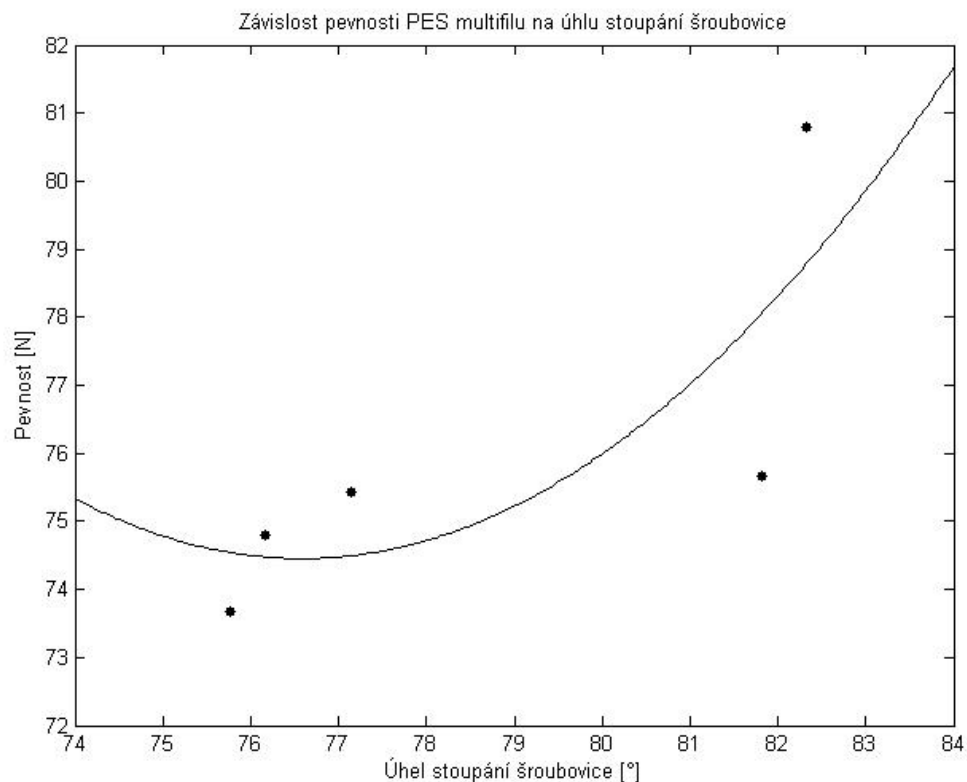
	$\beta_D [^\circ]$	$s [^\circ]$	$\nu [\%]$	95 % IS[°]
1	82,33	2,15	2,61	<80,82; 83,85>
2	81,82	2,29	2,8	<80,20; 83,43>
3	77,14	2,08	2,7	<75,67; 78,60>
4	76,17	2,3	3,01	<74,55; 77,78>
5	75,77	2,83	3,73	<73,78; 77,76>



Obr. 5.20 Graf závislosti úhlu stoupání šroubovice polyesterového multifilu na počtu zákrutů.

(Regresní rovnice: $y = 1,8 \cdot 10^{-4}x^2 - 0,089x + 86$)

Z grafického znázornění závislosti úhlu stoupání šroubovice na počtu zákrutů je patrné, že úhel stoupání šroubovice klesá se zvyšujícím se počtem zákrutů polyesterového multifilu. Na začátku a konci, závislosti úhlu stoupání šroubovice vláken multifilu na počtu zákrutů, klesá úhel stoupání šroubovice pozvolna a ve střední části závislosti mezi počtem zákrutů 81 - 121 m^{-1} klesá úhel stoupání šroubovice výrazněji.



Obr. 5.21 Graf závislosti pevnosti polyesterového multifilu na úhlu stoupání šroubovice.

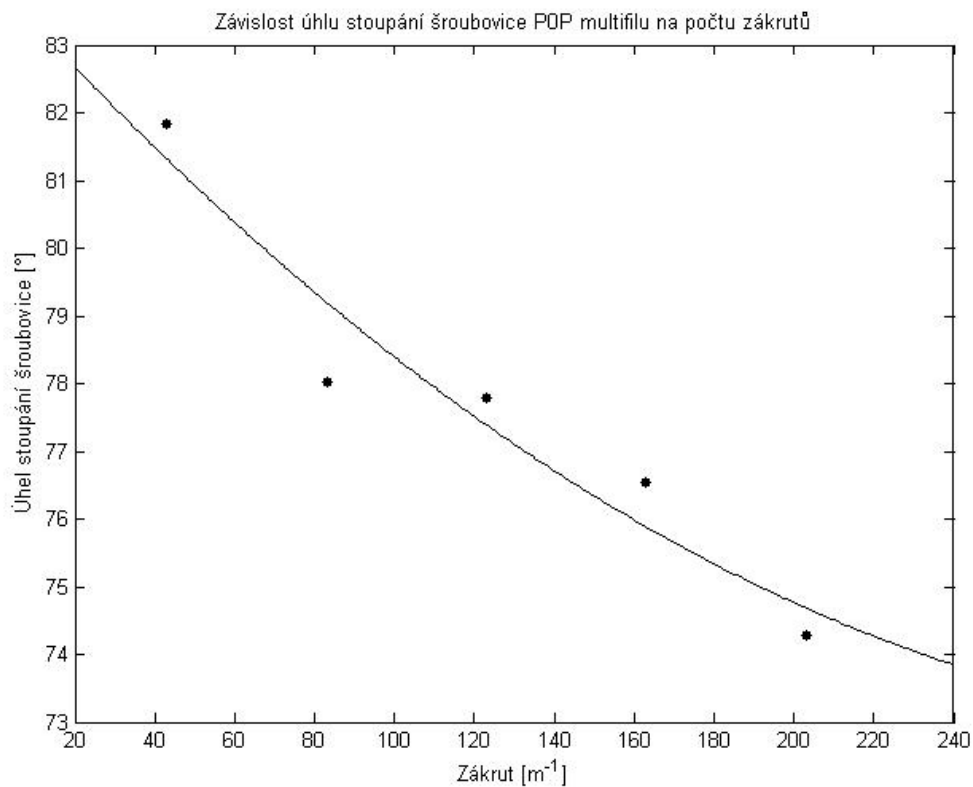
(Regresní rovnice: $y = 0,13x^2 - 20x + 8,5 \cdot 10^2$)

Z grafu závislosti pevnosti polyesterového multifilu na úhlu sklonu stoupání šroubovice vláken je patrné, že se zvyšujícím se úhlem stoupání šroubovice pevnost multifilu roste.

Polypropylenový multifil

Tabulka 19 Průměrné úhly stoupání šroubovic vláken polypropylenového multifilu.

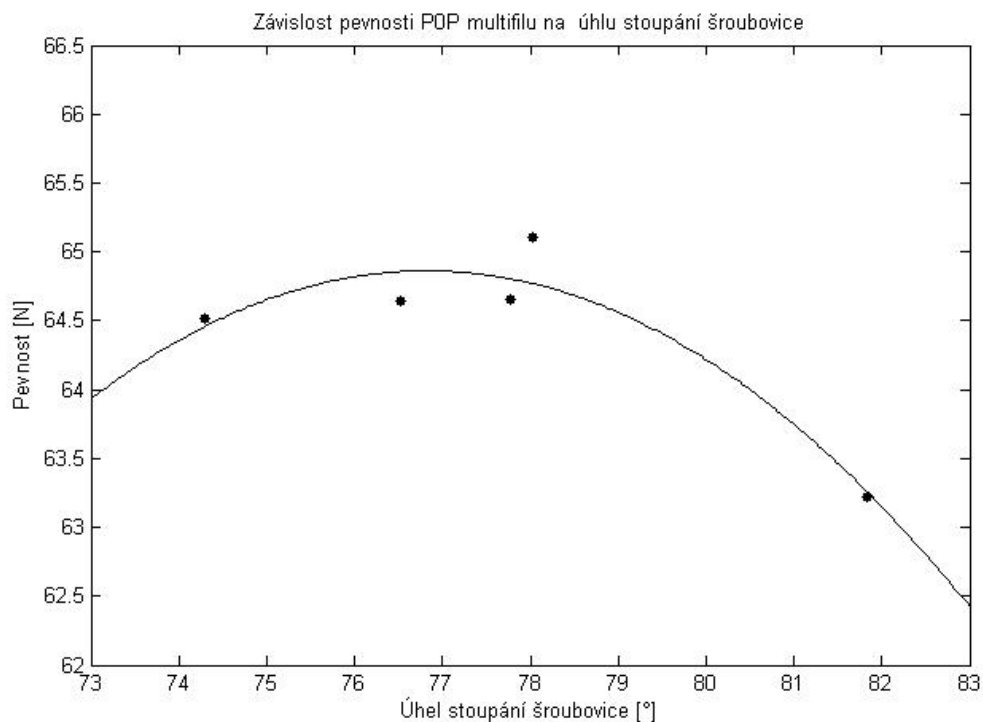
	β_D [°]	s [°]	ν [%]	95 % IS[°]
1	81,84	2,5	3,06	<80,08; 83,60>
2	78,02	3,04	3,9	<75,87; 80,16>
3	77,78	1,81	2,32	<76,51; 79,06>
4	76,53	1,92	2,51	<75,18; 77,88>
5	74,29	2,93	4,17	<72,10; 76,47 >



Obr. 5.22 Graf závislosti úhlu stoupání šroubovice polypropylenového multifilu na počtu zákrutů.

(Regresní rovnice: $y = 9,6 \cdot 10^{-5}x^2 - 0,065x + 84$)

Z grafu závislosti úhlu stoupání šroubovice na počtu zákrutů polypropylenového multifilu vyplývá, že úhel stoupání šroubovice klesá se zvyšujícím se počtem zákrutů multifilu. Nejprve závislost úhlu stoupání šroubovice vláken multifilu klesá znatelněji do místa, kdy je počet zákrutu roven 83 m^{-1} , dále úhel stoupání šroubovice klesá rovnoměrněji.



Obr. 5.23 Graf závislosti pevnosti polypropylenového multifilu na úhlu stoupání šroubovice.

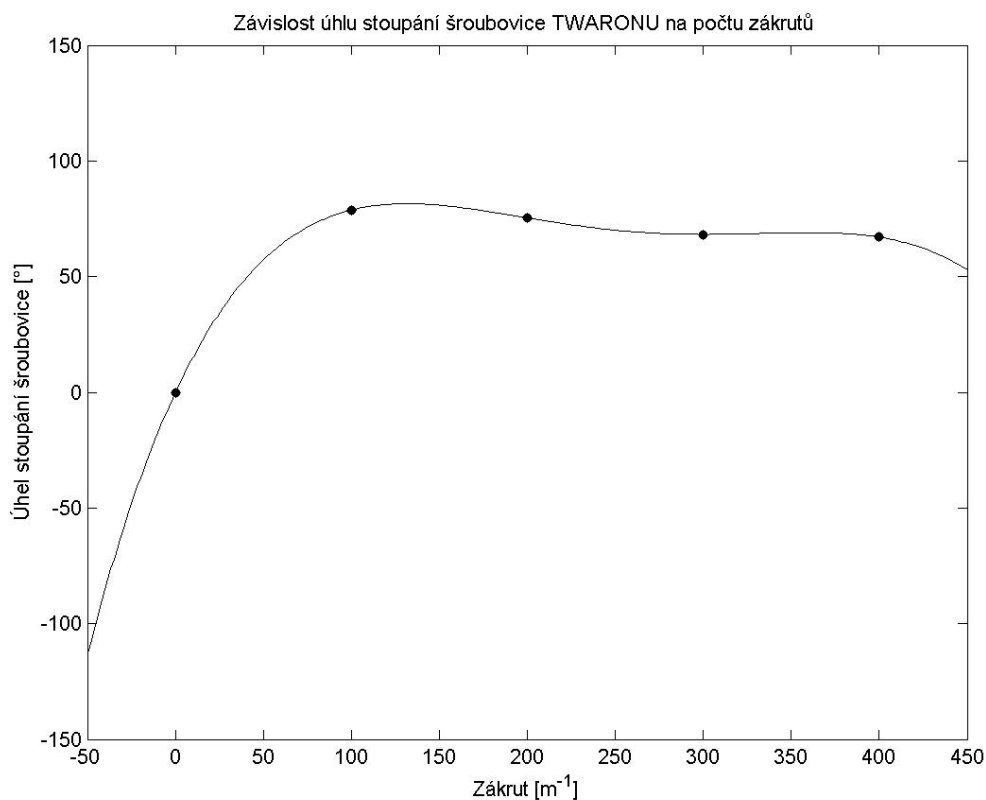
(Regresní rovnice: $y = -0,064x^2 + 9,8x - 3,1 \cdot 10^2$)

Z grafu závislosti pevnosti polypropylenového multifilu na úhlu sklonu stoupání šroubovice vláken je patrné, že se zvyšujícím se úhlem stoupání šroubovice roste i pevnost do bodu, kdy úhel stoupání šroubovice nabývá hodnoty 78,02 °. Dále se pevnost se zvětšujícím se úhlem stoupání šroubovice zmenšuje.

Twaron

Tabulka 20 Průměrné úhly stoupání šroubovic vláken Twaronu.

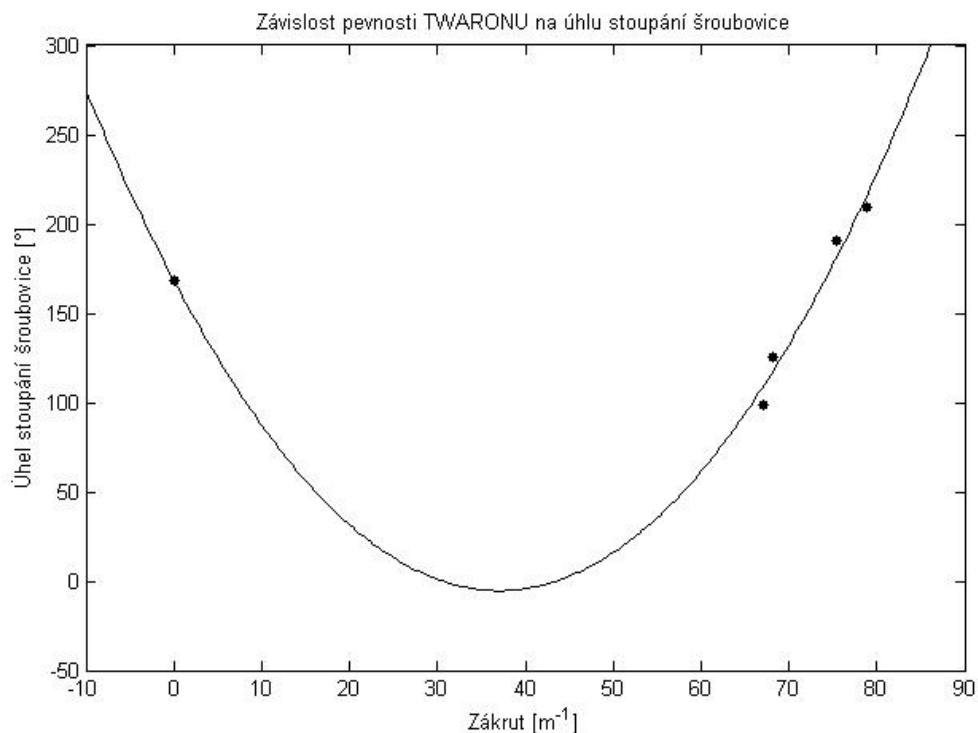
	β_D [°]	s [°]	ν [%]	95 % IS[°]
1	0	0	0	0
2	78,82	1,49	1,89	<77,77; 79,86>
3	75,42	2,46	3,26	<73,68; 77,16>
4	68,25	4,79	7,02	<64,87; 71,62>
5	67,04	2,87	4,29	<65,01; 69,07>



Obr. 5.24 Graf závislosti úhlu stoupání šroubovice Twaronu na počtu zákrutů.

(Regresní rovnice: $y = -2,9 \cdot 10^{-8}x^4 + 3 \cdot 10^{-5}x^3 - 0,011x^2 + 1,6x - 1,3 \cdot 10^{-13}$)

Z grafického znázornění je patrné, že na začátku závislosti úhlu stoupání šroubovice vláken Twaronu na počtu zákrutů úhel stoupání šroubovice roste, protože měl Twaron na počátku zkoušení nulový zákrut a tedy i nulový úhel stoupání šroubovice. Dále úhel stoupání šroubovice rovnoměrně klesá se zvyšujícím se počtem zákrutů.



Obr. 5.25 Graf závislosti pevnosti Twaronu na úhlu stoupání šroubovice.

(Regresní rovnice: $y = 0,13x^2 - 9,4x + 1,7 \cdot 10^2$)

Z grafické závislosti pevnosti na úhlu stoupání šroubovice vláken Twaronu je patrné, že pevnost Twaronu se zvětšuje se zvětšujícím se úhlem stoupání šroubovice vláken v multifilu.

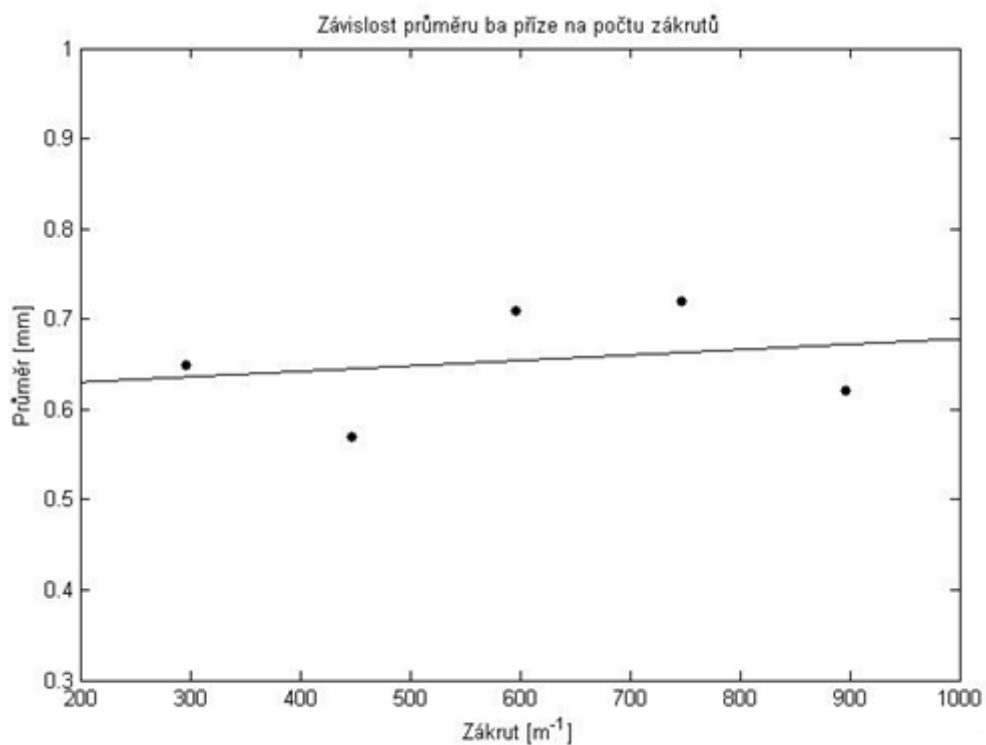
5.7 Výsledky průměru přízí

V tabulce 21 – 25 jsou uvedeny průměrné hodnoty naměřených průměrů jednotlivých vzorků materiálů se statistickými údaji a obr. 5.26 – 5.30 představuje závislost průměru na počtu zákrutů.

Bavlněná příze

Tabulka 21 Průměrné hodnoty průměrů bavlněné příze.

	D [mm]	s [mm]	v [%]	95 % IS [mm]
1	0,65	0,06	9,37	<0,61; 0,69>
2	0,57	0,06	10,91	<0,53; 0,61>
3	0,71	0,08	11,59	<0,65; 0,76>
4	0,72	0,07	9,24	<0,67; 0,77>
5	0,62	0,60	5,32	<0,60; 0,64>



Obr. 5.26 Graf závislosti průměru bavlněné příze na počtu zákrutů.

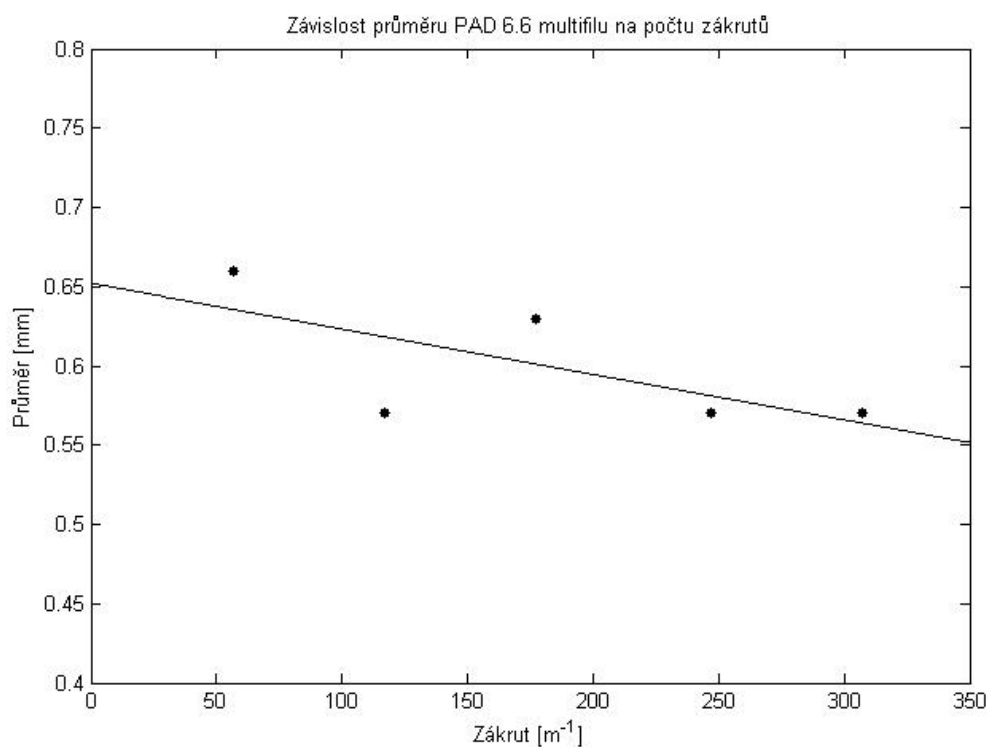
(Regresní rovnice: $y = 6 \cdot 10^{-5}x + 0,62$)

Z grafického znázornění závislosti počtu zákrutů na průměru bavlněné příze vyplývá, že průměr příze je stále přibližně shodný.

Polyamidový multifil

Tabulka 22 Průměrné hodnoty průměrů polyamidového multifilu.

	D [mm]	s [mm]	ν [%]	95 % IS [mm]
1	0,66	0,16	23,84	<0,55; 0,77>
2	0,57	0,06	10,71	<0,53; 0,62>
3	0,63	0,08	12,17	<0,57; 0,68>
4	0,57	0,04	6,78	<0,54; 0,6>
5	0,57	0,04	6,83	<0,54; 0,59>



Obr. 5.27 Graf závislosti polyamidového multifilu na počtu zákrutů.

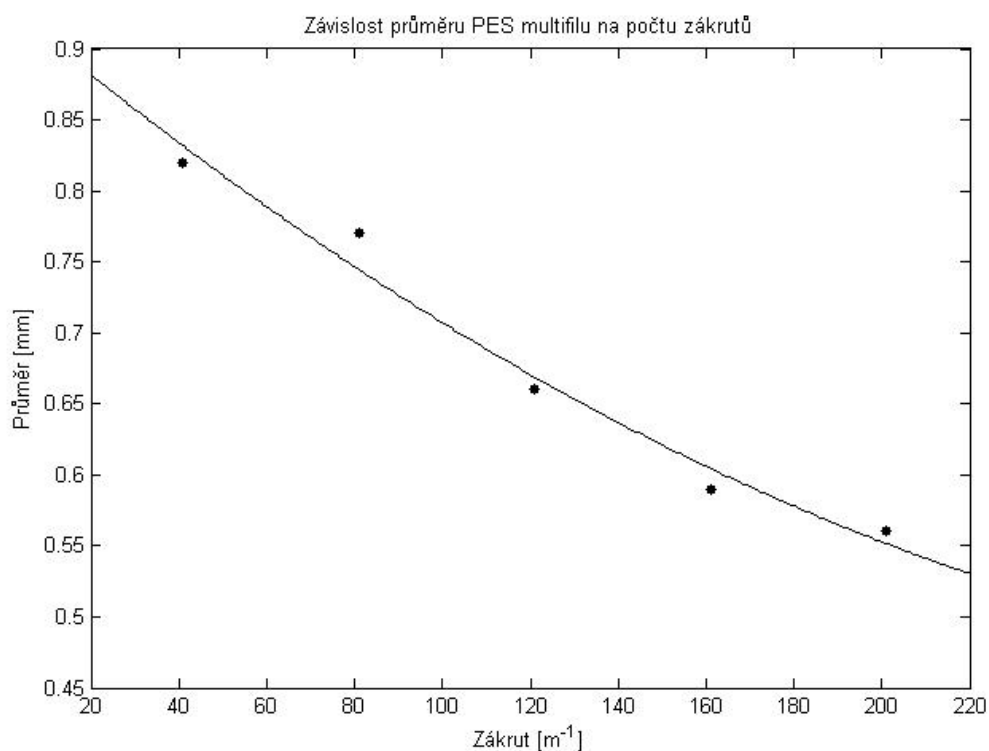
(Regresní rovnice: $y = -2,9 \cdot 10^{-4}x + 0.65$)

Z grafického znázornění je patrné, že se při zvětšení počtu zákrutů polyamidového multifilu snižuje jeho průměr.

Polyesterový multifil

Tabulka 23 Průměrné hodnoty průměrů polyesterového multifilu.

	D [mm]	s [mm]	v [%]	95 % IS [mm]
1	0,82	0,12	14,0	<0,74; 0,90>
2	0,77	0,10	13,45	<0,70; 0,84>
3	0,66	0,09	13,23	<0,60; 0,73>
4	0,59	0,05	8,57	<0,55; 0,63>
5	0,56	0,05	8,71	<0,53; 0,59>



Obr. 5.28 Graf závislosti polyesterového multifilu na počtu zákrutů.

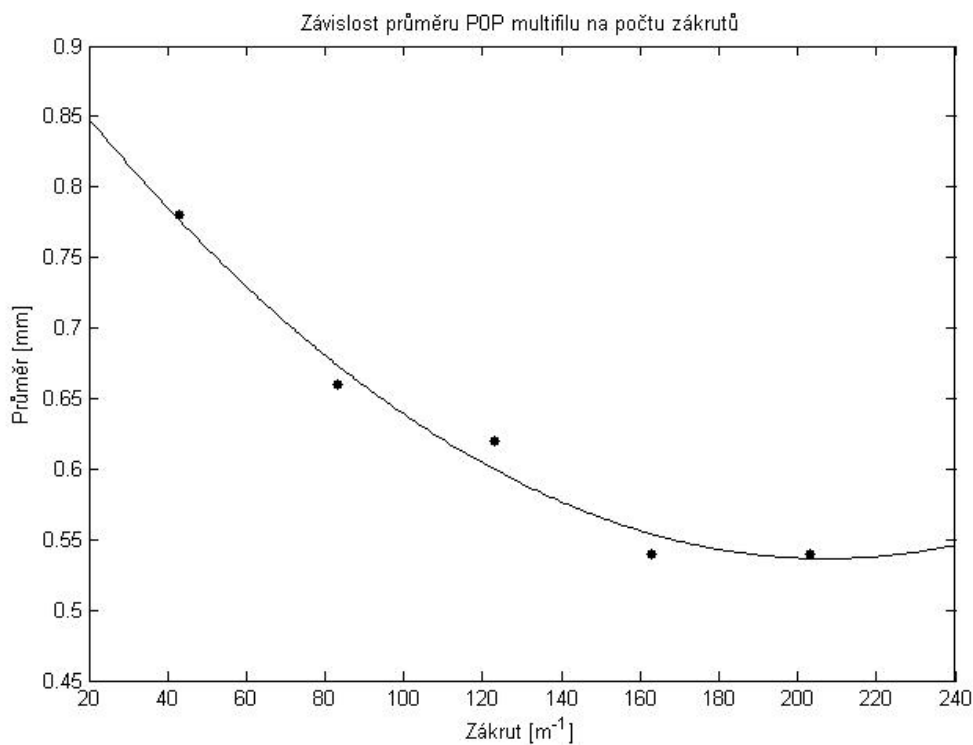
(Regresní rovnice: $y = 3,6 \cdot 10^{-6}x^2 - 2,6 \cdot 10^{-3}x + 0,93$)

Z grafického znázornění vyplývá, že se průměr polyesterového multifilu rovnoměrně snižuje se zvyšujícím se počtem zákrutů.

Polypropylenový multifil

Tabulka 24 Průměrné hodnoty průměrů polypropylenového multifilu.

	D [mm]	s [mm]	ν [%]	95 % IS [mm]
1	0,78	0,09	11,41	<0,72; 0,84>
2	0,66	0,12	18,25	<0,57; 0,74>
3	0,62	0,07	10,75	<0,57; 0,67>
4	0,54	0,07	12,78	<0,50; 0,60>
5	0,54	0,03	6,25	<0,51; 0,56>



Obr. 5.29 Graf závislosti polypropylenového multifilu na počtu zákrutů.

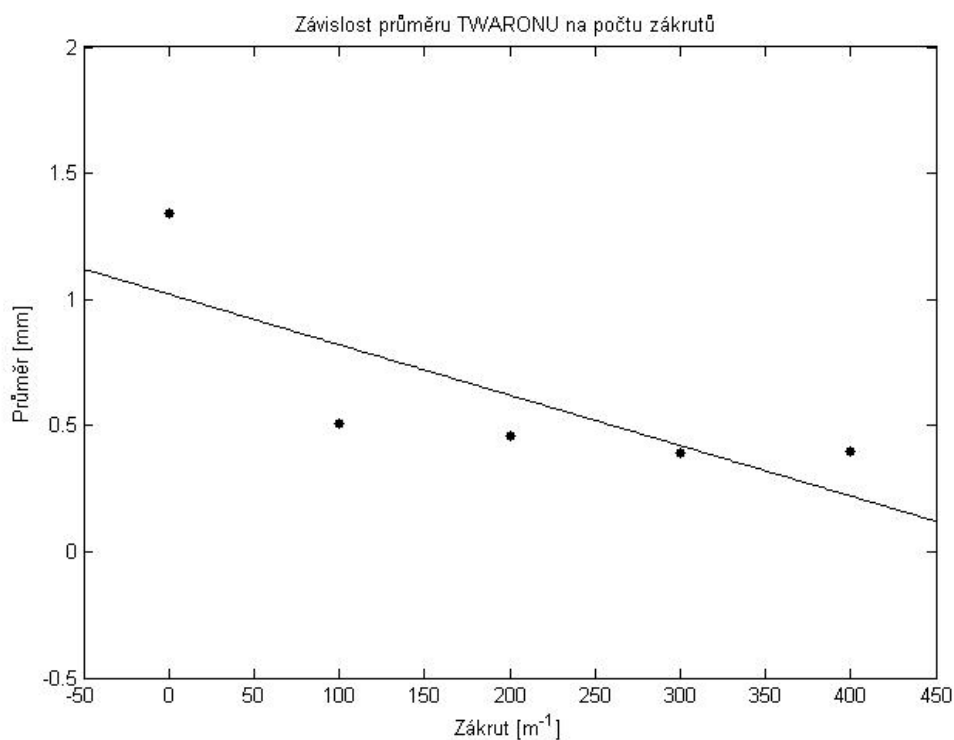
(Regresní rovnice: $y = 8,9 \cdot 10^{-6}x^2 - 3,7 \cdot 10^{-3}x + 0,92$)

Z grafu je patrné, že průměr polypropylenového multifilu klesá se zvyšujícím se počtem zákrutů rovnoměrně, až do místa kde multifil nabývá počtu zákrutů 163 m^{-1} , kde se hodnota průměru shoduje s hodnotou odpovídající multifilu s počtem zákrutů 203 m^{-1} .

Twaron

Tabulka 25 Průměrné hodnoty průměrů Twaronu.

	D [mm]	s [mm]	v [%]	95 % IS [mm]
1	1,34	0,10	7,64	<1,29; 1,44>
2	0,51	0,05	10,10	<0,47; 0,54>
3	0,46	0,05	10,69	<0,43; 0,50>
4	0,39	0,01	3,82	<0,38; 0,40>
5	0,40	0,04	9,72	<0,37; 0,43>



Obr. 5.30 Graf závislosti průměru Twaronu na počtu zákrutů.

(Regresní rovnice: $y = -0,002x + 1$)

Z grafického znázornění je patrné, že s přibývajícím počtem zákrutů průměr Twaronu klesá. Na začátku závislosti průměr klesá prudce, protože byl Twaron na počátku testování bez zákrutu a tedy vlákna ležela rovnoběžně urovnnána vedle sebe a nebyla ničím k sobě stlačována. Dále průměr Twaronu pozvolna klesal.

6 Závěr

Porovnáním základních parametrů testovaných materiálů s dodanými firemními podklady bylo zjištěno, že experimentálně zjištěné hodnoty jemností jednotlivých vzorků přízí se shodují s dodanými podklady. Počet zákrutů odpovídal dodaným firemním podkladům pouze v případě polyamidového multifilu a Twaronu. Experimentálně zjištěné hodnoty počtu zákrutů bavlněné příze, polyesterového a polypropylenového multifilu nabývaly menších hodnot, než byla uvedena data ve firemních podkladech. V případě pevnosti odpovídaly experimentálně zjištěné hodnoty pouze u polyesterového multifilu a Twaronu. Hodnoty pevností bavlněné příze, polyamidového a polypropylenového multifilu nabývaly opět menších hodnot, než byly uvedeny hodnoty ve firemních materiálech. Tažnost testovaných materiálů se shodovala s tažností uvedenou ve firemních podkladech, pouze v případě Twaronu byla tažnost tohoto materiálu větší, než uvedená tažnost ve firemních podkladech.

Testováním závislosti pevnosti na počtu zákrutů přízí bylo zjištěno, že největší pevnosti v případě polyamidového a polyesterového multifilu bylo dosaženo při původním a tedy nejmenším počtu zákrutů. Zvyšování počtu zákrutů v těchto případech vede pouze ke snížení pevnosti materiálu. V případě bavlněné příze byla dosažena největší pevnost v oblasti počtu dodaného zákrutu okolo 597 m^{-1} , u polypropylenového multifilu v oblasti 83 m^{-1} a u Twaronu v oblasti okolo 100 m^{-1} . Po těchto hodnotách dodaného zákrutu přízím se jejich pevnost již pouze snižovala.

Další testovanou závislostí byl vztah mezi počátečním modulem multifilů a počtem zákrutů, kdy bylo zjištěno, že počáteční modul všech testovaných multifilů lineárně klesá se zvyšujícím se počtem zákrutů.

V případě multifilu, který je tvořen nekonečnými vlákny, působí na všechna vlákna při mechanickém namáhání současně stejně velké zatížení, jinými slovy všechna vlákna se účastní namáhání, což vede k dobré pevnosti příze. Zvětšováním počtu zákrutů se u těchto materiálů pevnost i modul snižuje. U příze ze staplových vláken je snaha se této konstrikci co nejvíce přiblížit, proto jsou vlákna v průběhu technologie výroby přízí ojednocována a rovnoběžně urovňována ve směru osy příze. Čím více jsou staplová vlákna urovňována v přízi, tím větší je pevnost příze. Soudržnost vláken v přízi a její pevnost je dále zajištěna trvalým zákrutem. U staplové příze se pevnost se

zvyšujícím se počtem zákrutu nejprve zvětšuje až do místa, kdy je dosaženo kritického zákrutu po kterém se pevnost staplové příze začne snižovat. Hodnoty počátečního modulu staplových přízí jsou na počtu zákrutů nezávislé.

Dále bylo zjištěno, že se zvyšujícím se počtem zákrutů se úhel stoupání šroubovice vláken v přízi snižoval z důvodu zkompaktnění struktury materiálů, kdy byla vlákna přízí více namáhána v důsledku zvyšujícího se počtu zákrutů ve směru kolmém na osu příze. Vlákna se tedy k sobě více přibližovala a skrcovala se do čím dál více semknutější šroubovice vláken v přízi.

V případě Twaronu, polyamidového a polyesterového multifilu se pevnost těchto materiálů zvyšuje se zvětšujícím se úhlem stoupání šroubovice vláken v přízi. U polypropylenového multifilu a bavlněné příze pevnost roste se zvětšujícím se úhlem stoupání šroubovice vláken v přízi do určitého místa, kdy po této hodnotě pevnost těchto materiálů opět klesá. Bavlněná příze dosahuje největší pevnosti v oblasti úhlu sklonu stoupání šroubovice $52,96^\circ$ a polypropylenový multifil v oblasti okolo $78,02^\circ$ úhlu stoupání šroubovice vláken příze.

Průměr Twaronu, polyamidového, polyesterového a polypropylenového multifilů se v důsledku zvyšování počtu zákrutů snižoval. V případě bavlněné příze průměr zůstává přibližně stále shodný, zřejmě v důsledku nestejnomyšlnosti materiálů a již velmi kompaktní struktury, kdy se vlákna v přízi již nemohou více přibližovat k sobě.

V této práci by bylo možné dále pokračovat. Například by se mohla zjistit po proměření střední poměrné pevnosti vláken funkční závislost pevnosti těchto materiálů na úhlu stoupání povrchových vláken přízí.

Seznam obrázků a tabulek

Obr. 2.1 Princip vzniku trvalého zákrutu. [2]	12
Obr. 2.2 Schéma prstencového dopřádacího stroje. [23]	14
Obr. 2.3 Zakrucovací a navíjecí ústrojí prstencového dopřádacího stroje. [8]	16
Obr. 2.4 Detail křídla a schéma zakrucovacího a navíjecího ústrojí. [22]	17
Obr. 2.5 Rozdíl mezi prstencovým (vlevo) a kompaktním (vpravo) dopřádáním. [19].	18
Obr. 2.6 Schéma rotorového dopřádání. [9]	19
Obr. 2.7 Průřez spřádací jednotky rotorového dopřádacího stroje BD 200. [9]	20
Obr. 2.8 Stuzka vláken na sběrném povrchu. [9]	22
Obr. 2.9 Schéma dopřádacího stroje Dref 2. [9]	24
Obr. 2.10 Tryskové dopřádání Murata Jet Spinner. [6]	25
Obr. 2.11 Princip systému Repco. [5]	27
Obr. 2.12 Systém Repco Selfil. [5]	28
Obr. 2.13 Systém Plyfil. [17]	28
Obr. 3.1 Šroubovice vlákna na obecném poloměru r . [10]	31
Obr. 4.1 Zákrutoměr.	34
Obr. 4.2 Trhací přístroj TIRA test 2300.	36
Obr. 4.3 Elektronový rastrovací mikroskop	41
Obr. 4.4 Připravený vzorek pro elektronový rastrovací mikroskop.	42
Obr. 5.1 Graf průměrných tahových pracovních křivek jednotlivých druhů přízí.	47
Obr. 5.2 Graf průměrných tahových pracovních křivek bavlněné příze.	49
Obr. 5.3 Graf závislosti pevnosti bavlněné příze na počtu zákrutů.	49
Obr. 5.4 Graf průměrných tahových pracovních křivek polyamidového multifilu.	50
Obr. 5.5 Graf závislosti pevnosti polyamidového multifilu na počtu zákrutů	51
Obr. 5.6 Graf průměrných tahových pracovních křivek polyesterového multifilu.	52
Obr. 5.7 Graf závislosti pevnosti polyesterového multifilu na počtu zákrutů.	52
Obr. 5.8 Graf průměrných tahových pracovních křivek polypropylenového multifilu. .	53
Obr. 5.9 Graf závislosti pevnosti polypropylenového multifilu na počtu zákrutů.	54
Obr. 5.10 Graf průměrných tahových pracovních křivek Twaronu.	55
Obr. 5.11 Graf závislosti pevnosti Twaronu na počtu zákrutů.	56
Obr. 5.12 Graf závislosti počátečního modulu polyamidového multifilu na počtu zákrutů.	57

Obr. 5.13 Graf závislosti počátečního modulu polyesterového multifilu na počtu zákrutů.	58
Obr. 5.14 Graf závislosti počátečního modulu polypropylenového multifilu na počtu zákrutů.	59
Obr. 5.15 Graf závislosti počátečního modulu Twaronu na počtu zákrutů.	60
Obr. 5.16 Graf závislosti úhlu stoupání šroubovice bavlněné příze na počtu zákrutů. ..	62
Obr. 5.17 Graf závislosti pevnosti bavlněné příze na úhlu stoupání šroubovice.	63
Obr. 5.18 Graf závislosti úhlu stoupání šroubovice polyamidového multifilu na počtu zákrutů.	64
Obr. 5.19 Graf závislosti pevnosti polyamidového multifilu na úhlu stoupání šroubovice.	65
Obr. 5.20 Graf závislosti úhlu stoupání šroubovice polyesterového multifilu na počtu zákrutů.	66
Obr. 5.21 Graf závislosti pevnosti polyesterového multifilu na úhlu stoupání šroubovice.	67
Obr. 5.22 Graf závislosti úhlu stoupání šroubovice polypropylenového multifilu na počtu zákrutů.	68
Obr. 5.23 Graf závislosti pevnosti polypropylenového multifilu na úhlu stoupání šroubovice.	69
Obr. 5.24 Graf závislosti úhlu stoupání šroubovice Twaronu na počtu zákrutů.	70
Obr. 5.25 Graf závislosti pevnosti Twaronu na úhlu stoupání šroubovice.	71
Obr. 5.26 Graf závislosti průměru bavlněné příze na počtu zákrutů.	72
Obr. 5.27 Graf závislosti polyamidového multifilu na počtu zákrutů.	73
Obr. 5.28 Graf závislosti polyesterového multifilu na počtu zákrutů.	74
Obr. 5.29 Graf závislosti polypropylenového multifilu na počtu zákrutů.	75
Obr. 5.30 Graf závislosti průměru Twaronu na počtu zákrutů.	76
Tabulka 1 Průměrný počet zákrutů jednotlivých vzorků přízí.	38
Tabulka 2 Jemnosti přízí.	44
Tabulka 3 Zákruty přízí.	45
Tabulka 4 Průměrná pevnost přízí s původním počtem zákrutů.	46
Tabulka 5 Průměrná tažnost přízí s původním počtem zákrutů.	46
Tabulka 6 Průměrný počáteční modul přízí s původním počtem zákrutů.	47

Tabulka 7 Pevnosti bavlněné příze při změně počtu zákrutů.	48
Tabulka 8 Pevnosti polyamidové příze při změně počtu zákrutů.	50
Tabulka 9 Pevnosti polyesterové příze při změně počtu zákrutů.	51
Tabulka 10 Pevnosti polypropylenové příze při změně počtu zákrutů.	53
Tabulka 11 Pevnosti Twaronu při změně počtu zákrutů.	55
Tabulka 12 Průměrné počáteční moduly polyamidového multifilu.	57
Tabulka 13 Průměrné počáteční moduly polyesterového multifilu.	58
Tabulka 14 Průměrné počáteční moduly polypropylenového multifilu.	59
Tabulka 15 Průměrné počáteční moduly Twaronu.	60
Tabulka 16 Průměrné úhly stoupání šroubovic vláken bavlněné příze.	61
Tabulka 17 Průměrné úhly stoupání šroubovic vláken polyamidového multifilu.	63
Tabulka 18 Průměrné úhly stoupání šroubovic vláken polyesterového multifilu.	65
Tabulka 19 Průměrné úhly stoupání šroubovic vláken polypropylenového multifilu.	67
Tabulka 20 Průměrné úhly stoupání šroubovic vláken Twaronu.	69
Tabulka 21 Průměrné hodnoty průměrů bavlněné příze.	72
Tabulka 22 Průměrné hodnoty průměrů polyamidového multifilu.	73
Tabulka 23 Průměrné hodnoty průměrů polyesterového multifilu.	74
Tabulka 24 Průměrné hodnoty průměrů polypropylenového multifilu.	75
Tabulka 25 Průměrné hodnoty průměrů Twaronu.	76

Literatura

- [1] Ursíny, P.: Předání II. Skriptum TUL, Liberec 2009. 143 s.
- [2] Dostálová, M., Křivánková, M.: Základy textilní a oděvní výroby. Skriptum TUL, 2004. 183 s.
- [3] Ursíny, P.: Stroje a technologie dopřádání I. Skriptum TUL, 1984. 205 s.
- [4] Neckář, B.: Příze. Tvorba, struktura, vlastnosti. SNTL, Praha 1990. 449 s.
- [5] Vaverka, J., Machuta, K., Rybníkář, J.: Teorie a praxe předání ve vlnářském průmyslu, česaná příze. SNTL, Praha 1990. 437 s.
- [6] Ursíny, P.: Spřádání bavlnářským způsobem II. Dopřádání a skaní. VŠST Liberec, 1991. 283 s.
- [7] Ursíny, P.: Spřádání vlnářským způsobem. VŠST Liberec, 1987. 313 s.
- [8] Lord, P. R.: Spinning in the '70 s. Merrow Publishing Co. Ltd., 1970. 288 s.
- [25] Militký, J., Strakošová, V., Kovačič, V.: 83rd World conference of textile institute, Shanghai, 2004

Internetové stránky

- [9] Moučková, E.: Předání-přednášky TUL [online]. Dostupný z https://skripta.ft.tul.cz/databaze/list_pre.cgi?predmet=10&skripta=66&pro= [citace 12.12.2010].
- [10] Křemenáková, D.: Interní norma č. 12-108-01/01 Definice. Geometrické vlastnosti staplových přízí [online]. Dostupný z http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/IN%2012-108-01_01.pdf [citace 12.12.2010].
- [11] AMANN SPONIT [online]. Dostupný z <http://www.amann.cz/cz/techinfo/konstrukce1.html> [citace 15.12.2010].

- [12] Délkové textilie-teorie [online]. Dostupný z http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/res_delkove_textilie/teorie.htm [citace 15.12.2010].
- [13] Příze a nitě, jejich označování, vlastnosti, sortiment a vad [online]. Dostupný z <http://www.skolatextilu.cz/vlakna/index.php?page=16> [citace 17.12.2010].
- [14] Dopřádání [online]. Dostupný z <http://www.skolatextilu.cz/predeni/index.php?page=12> [citace 9.3.2011].
- [15] Pohledy do mikrosvěta [online]. Dostupný z <http://archiv.otevrena-veda.cz/users/Image/default/C1Kurzy/Chemie/32lednický.pdf> [citace 17.3.2011].
- [16] Vlastnosti vláken-přednáška 2,9 [online]. Dostupný z <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/VlastnostiVlaken-prednaska2.pdf> [citace 17.3.2011].
- [17] Improved market prospects for plied yarns – Ritter [online]. Dostupný z <http://www.rieter.com/cz/rikipedia/articles/alternative-spinning-systems/the-various-spinning-methods/the-false-twist-process/plyfil-spinning-process/improved-market-prospects-for-plied-yarns/> [citace 17.3.2011].
- [18] EliTe®CompactSet V5 - Your compact spinning system for any application [online]. Dostupný z <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/7/686/elite-compactset1.asp> [citace 17.3.2011].
- [19] Compact spinning: New potential for short staple cottons [online]. Dostupný z <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/7/696/compact-spinning1.asp> [citace 17.3.2011].
- [20] Different technologies to spin compact yarns [online]. Dostupný z <http://www.indiantextilejournal.com/articles/FAdetails.asp?id=503> [citace 17.3.2011].
- [21] Drašarová, J.: Interní norma č. 22-105-01/01 Ovinky rotorové příze [online]. Dostupný z http://centrum.tul.cz/centrum/centrum/5Normy/IN%2022-105-01_01.pdf [citace 17.3.2011].

[22] Processes and Terms explained [online]. Dostupný z http://www.ca-bc.com/zip_internacional/usedmach/education/f.html [citace 17.3.2011].

[23] SKF Evolution Online [online]. Dostupný z <http://evolution.skf.com/zino.aspx?articleID=30> [citace 17.3.2011].

Literatura na CD ROM

[24] Meloun, M., Militký, J.: Statistická analýza experimentálních dat. Praha, Academia 2004.

Normy

[26] ČSN 800056 Normální ovzduší pro klimatizování a zkoušení.

[27] ČSN 80 0702 Určování jemnosti nití

[28] ČSN 80 0701 Zisťovanie zákrutov nití

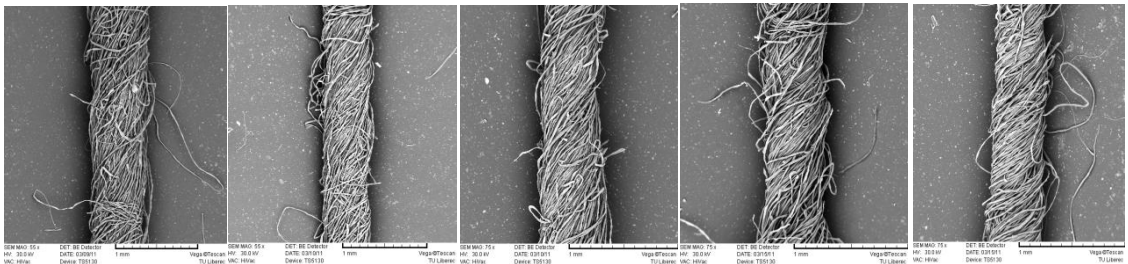
[29] ČSN EN ISO 2062 Textilie – Nitě na návinech – Zjišťování pevnosti a tažnosti jednotlivých nití při přetrhu

Interní podnikové materiály

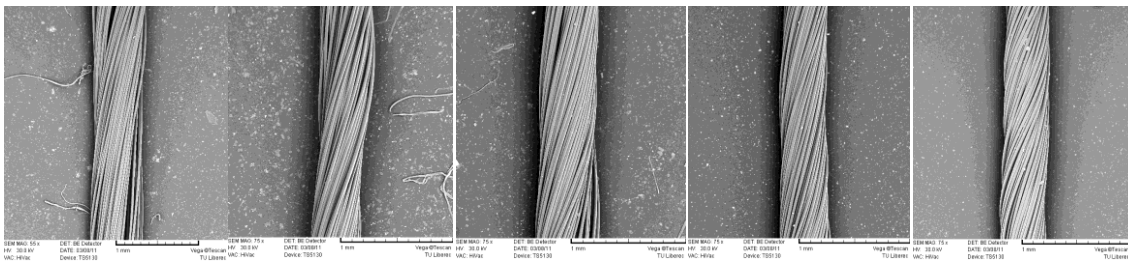
[30] Firemní podklady MEHLER ENGINEERED PRODUCTS

I Příloha

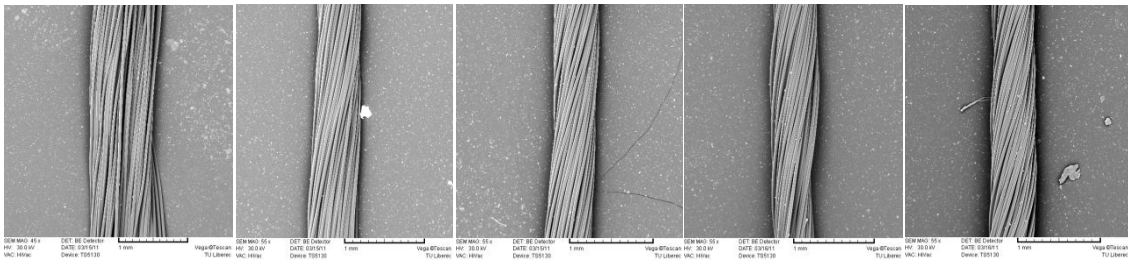
Bavlněná příže



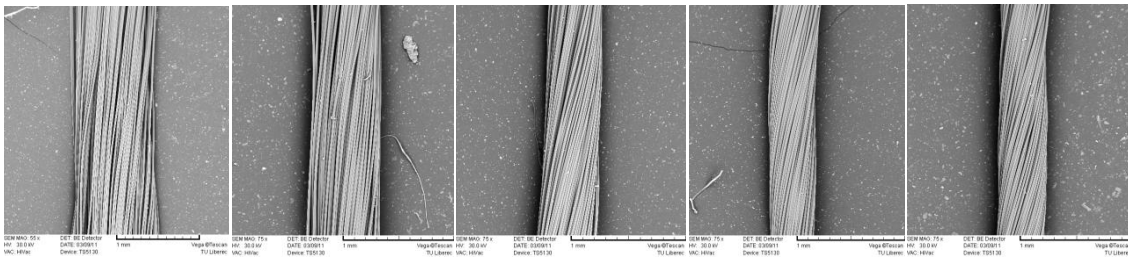
Polyamidový multifil



Polyesterový multifil



Polypropylenový multifil



Twaron

